

**Zur transrektalen
und transkutanen Sonographie
in der gynäkologischen Diagnostik
beim Schwein**

Josef Fraunholz

Disbui. München
1988

Aus der Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München
Lehrstuhl: Prof. Dr. W. Leidl

Zur transrektalen und transkutanen Sonographie
in der gynäkologischen Diagnostik beim Schwein

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians Universität
München

von
Josef Fraunholz
aus
Oberströbl

München 1988

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan : Prof. Dr. M. Rüsse
Referent : Prof. Dr. W. Leidl
Korreferent: Prof. Dr. H. Berner

Tag der Promotion: 29. Juli 1988

1.	Einleitung	1
2.	Literatur	2
2.1.	Prinzipielles zum Ultraschall	2
2.2.	Grundformen des diagnostischen Ultraschalls	5
2.2.1.	Doppler-Prinzip	5
2.2.2.	A-Mode	5
2.2.3.	B-Mode	6
2.2.4.	M-Mode	6
2.3.	Zweidimensionale Bildwiedergabe	8
2.4.	Besonderheiten der echographischen Darstellung	8
2.4.1.	Totalreflexion	8
2.4.2.	Mehrfachreflexionen	9
2.4.3.	Schallschatten-Phänomen	9
2.4.4.	Abträuf-Phänomen	10
2.5.	Nebenwirkungen des Ultraschalls	10
2.5.1.	Thermisch	10
2.5.2.	Mechanisch	11
2.5.3.	Chemisch	12
2.5.4.	Biologisch	12
2.6.	Indirekte Methoden der Graviditätsdiagnostik bei Schweinen	14
2.6.1.	Non-Return Rate und diagnostische Hormoninjektion	14
2.6.2.	Plasma-Progesteron Bestimmung	14
2.6.3.	Östronsulphat-Bestimmung im Plasma	15
2.6.4.	Östrogenbestimmung im Harn	16
2.6.5.	Vaginalbiopsie	16
2.7.	Direkte Methoden der Graviditätsdiagnostik bei Schweinen	17
2.7.1.	Rektale Untersuchung	17
2.7.2.	Laparoskopie und Röntgen	18
2.7.3.	Ultraschallverfahren	18

3.	Material und Methode	25
3.1.	In vitro-Untersuchungen	25
3.2.	In vivo-Untersuchungen	25
3.2.1.	Transrektale Sonographie	26
3.2.2.	Transkutane Sonographie	27
4.	Ergebnisse	28
4.1.	Voruntersuchungen in vitro	28
4.1.1.	Uterus	28
4.1.2.	Ovar	28
4.1.3.	Aussagegenauigkeit einer Ovaruntersuchung in vitro	31
4.2.	In vivo-Untersuchungen	34
4.2.1.	Anzeichen der Gravidität	34
4.2.2.	Nachweishäufigkeit verschiedener Parameter	35
4.2.3.	Ergebnisse der Ultraschalluntersuchungen in der Praxis	41
4.2.4.	Aussagesicherheit mittels Ultraschall	45
4.2.5.	Ultraschallbild-Dokumentation	48
4.2.6.	Biometrie mittels Ultraschall	55
5.	Diskussion	60
6.	Zusammenfassung	70
7.	Summary	71
	"Transrectal and transcutaneous sonography in the gynecological diagnostic in sows"	
8.	Literaturverzeichnis	72

1. Einleitung

Die Sonographie ist seit einigen Jahren bekannt und hat über die Humanmedizin auch Eingang in die Tiermedizin gefunden.

Beim Schwein fand diese Technik vor allem für die Graviditätsdiagnostik Anwendung. Dabei wurde meist die transkutane Sonographie eingesetzt.

Die diagnostischen Aussagemöglichkeiten dieses Verfahrens wurden in jüngster Zeit durch die Weiterentwicklung und Verfeinerung technischer Details entscheidend verbessert.

Bei der vorliegenden Arbeit wurden die Praktikabilität und die derzeitigen Möglichkeiten der Sonographie in der gynäkologischen Diagnostik, insbesondere zur Graviditätsdiagnose, beim Schwein mit einem Linearscanner unter Verwendung unterschiedlicher Frequenzen überprüft.

2. Literatur

2.1. Prinzipielles zum Ultraschall

Der diagnostische Einsatz des Ultraschalls, ausgehend von der Entdeckung des Piezoelektrischen-Effekts, beruht auf dem Aussenden von Schallwellen und deren Wiederempfangen nach erfolgter Reflexion. Dies wird bewerkstelligt durch Einwirkung elektrischer Impulse auf bestimmte kristalline Materialien. Diese vermögen einerseits elektrische Impulse in mechanische (= Aussenden von Schallwellen) und andererseits mechanische in elektrische Impulse (= Empfangen von Schallwellen) umzusetzen (WESSELS und WEBER, 1983).

Die zu diagnostischen Zwecken eingesetzten Ultraschallwellen bewegen sich im allgemeinen in einem Frequenzbereich von 1 bis 10 MHz, bisweilen auch 15 MHz, und liegen damit jenseits der menschlichen Hörschwelle (RANTANEN und EWING, 1981; KÄHN und LEIDL, 1984; POWIS, 1986).

Führt man nun eine Ultraschalluntersuchung an einem Tier durch, so kommt es aufgrund der unterschiedlichen akustischen Impedanz der beschallten Organe und Strukturen im Körperinneren zu einer unterschiedlich hohen bzw. niedrigen Strahlenabsorption und -reflexion. Die Echos, respektive die

reflektierenden Strahlen, werden vom Schallkopf aufgenommen und in ein elektrisches Signal zurückverwandelt (KOSSOFF, 1983). Diese Signale können nun in akustisch wahrnehmbare Töne moduliert werden, oder aber mittels eines Oszillographen als Amplitudenzacken oder auf einem Monitor als zweidimensionales Bild wiedergegeben und ausgewertet werden. Der prinzipielle Aufbau einer Ultraschalleinheit ist schematisch in der Abbildung 1 wiedergegeben.

Bei Ultraschallgeräten mit Bildwiedergabe hängt die Qualität der Abbildung zum einen von der Anzahl der im Schallkopf befindlichen Quarze und zum anderen von der verwendeten Schallfrequenz ab. Dies besagt, daß die Bildwiedergabe und Schärfe der abgebildeten Strukturen umso deutlicher werden, je mehr Quarze in einem Schallkopf angeordnet sind und je größer seine Frequenz ist. Dieses sog. Auflösungsvermögen ist dadurch limitiert, daß mit steigender Frequenz die Eindringtiefe der Schallwellen abnimmt und der Absorptionskoeffizient annähernd linear mit der Frequenz ansteigt (KÄHN und LEIDL, 1984; KOSSOFF, 1983). Der Absorptionskoeffizient gibt eine Aussage über den Energieverlust, der bei Umwandlung von kinetischer in thermische Energie im Ausbreitungsmedium entsteht.

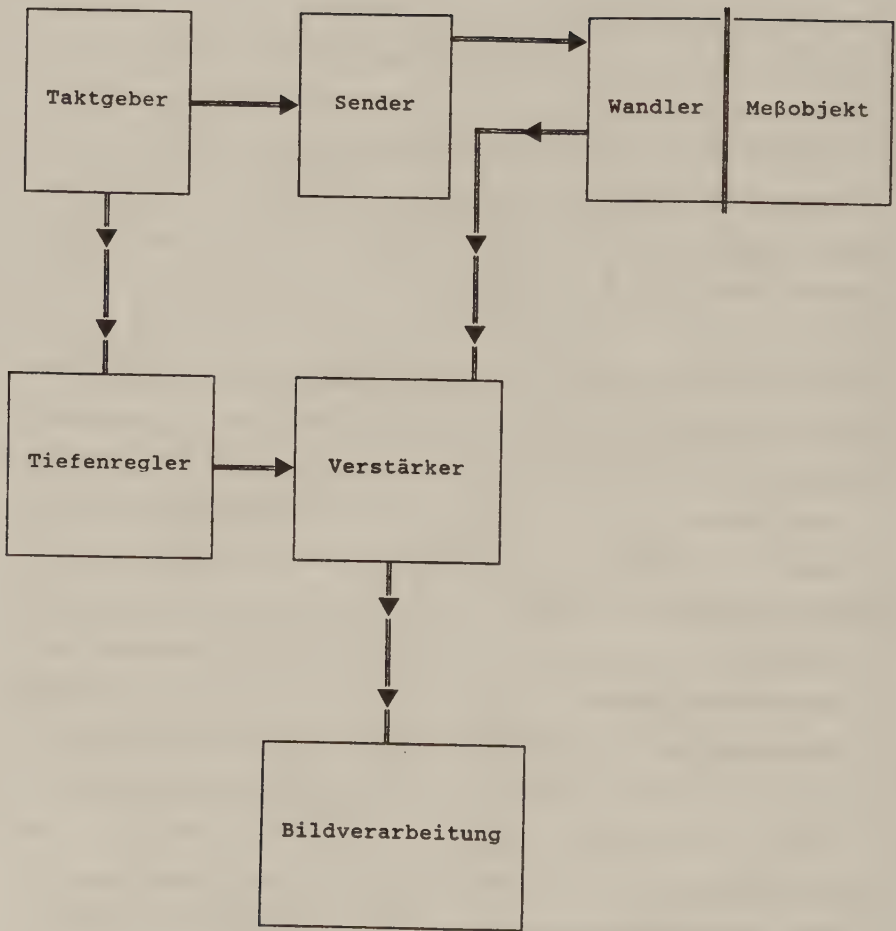


Abb. 1: Aufbauprinzip einer Ultraschalleinheit (nach WESSELS und WEBER, 1983)

2.2. Grundformen des diagnostischen Ultraschalls

2.2.1. Doppler-Prinzip

Die hierbei vom Schallkopf ausgesandten Ultraschallwellen werden von ruhenden Medien in unveränderter Frequenz reflektiert. Dagegen bewirken bewegte Medien, wie z.B. Blutgefäßpulsation oder fetale Herzaktionen, eine Frequenzänderung der reflektierten Wellen. Diese Frequenzänderung wird dann über einen im Schallkopf eingebauten Empfänger hörbar gemacht (WEISS, 1975).

2.2.2. A-Mode

Bei der A-Mode (amplitude-modulated) Technik handelt es sich um ein Zeit-Amplituden Signal. Der stationär an die Körperoberfläche angelegte Ultraschallkopf sendet Schallimpulse aus, deren Echos, gebildet von den im Schallfeld liegenden Grenzflächen, registriert werden. Die Echos werden mit Hilfe eines Oszillographen der Laufzeit zugeordnet und als Amplitudenzacken aufgezeichnet. Die Amplituden stellen im Schallfeld liegende Grenzflächen dar. Die jeweilige Amplitudenhöhe wird durch den Impedanzunterschied der verschiedenen Gewebe bestimmt (WESSELS und WEBER, 1983; FEENEY et al., 1986).



2.2.3. B-Mode

In der B-Mode (brightness-modulated) Technik werden die empfangenen Echos als Helligkeitswert dargestellt, wobei sich die einzelnen akustischen Impedanzen der verschiedenen Gewebe als Grauton zwischen schwarz und weiß auf einem Monitor widerspiegeln (WESSELS und WEBER, 1983).

Eine besondere Form des B-Mode ist der Realtime-Scan. Bei diesem Verfahren erfolgt die Herstellung der Echogramme in schnellerer Bildfolge als für das Flimmerauflösungsvermögen des menschlichen Auges wahrnehmbar (RANTANEN und EWING, 1981; KOSSOFF, 1983).

2.2.4. M-Mode

Der M-Mode (movement-modulated), auch TM-Mode (time movement-modulated) genannt, ist charakterisiert durch eine zeitlich aneinanderfolgende Anreihung von B-Mode Zeilen, die auf einem Monitor oder Oszillographen abgespeichert werden. Der Schallkopf selbst bleibt während des Beschallungsvorgangs stationär angelegt (RANTANEN und EWING, 1981; WESSELS und WEBER, 1983).

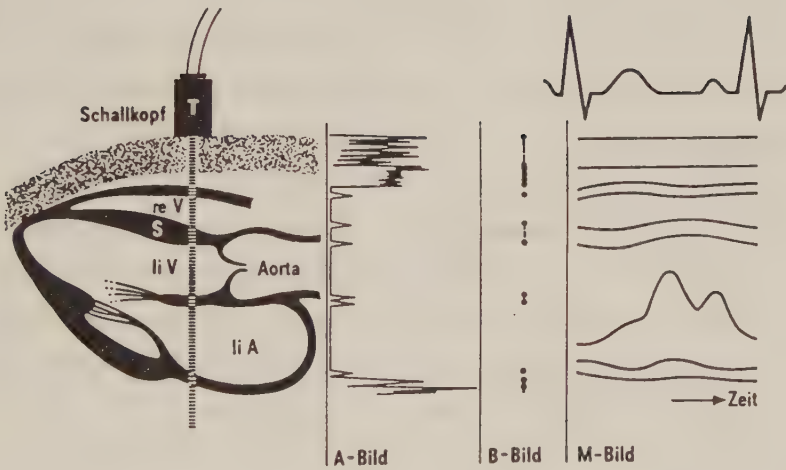


Abb. 2: Graphische Darstellung der A-, B- und M-Mode Technik (WESSELS und WEBER, 1983)

2.3. Zweidimensionale Bildwiedergabe

Wie bereits erwähnt, besitzen die verschiedenen Körpergewebe eine unterschiedliche akustische Impedanz, welche sich mittels der reflektierten und anschließend transformierten Schallwellen in verschiedenen Graustufen darstellen läßt. Die akustische Impedanz eines Gewebes errechnet sich aus der Dichte des Gewebes multipliziert mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Ultraschalls, durchschnittlich 1540 m/sec, in diesem Gewebe (KOSSOFF, 1983; POWIS, 1986; SOMMER et al., 1979). Demnach besitzt jedes Gewebe eine charakteristische Eigenimpedanz.

Mit zunehmender Gewebsdichte erfolgt ein Übergang vom Grau- zu einem Weißton. Flüssigkeitsansammlungen in einem Organlumen bzw. in Zysten führen zu keinerlei Reflexion der Schallwellen und erscheinen daher als nichtechogene Areale, die sich auf einem Monitor schwarz abzeichnen.

2.4. Besonderheiten der echographischen Darstellung

2.4.1. Totalreflexion

Eine Totalreflexion tritt ein am Übergang von weichem Gewebe zu Luft - z.B. gasgefülltes Darmlumen. Dabei wird die gesamte einfallende Energie reflektiert und es kommt

zu einer sehr starken Echobildung an der Übergangslinie beider Medien. Eine Abbildung von Strukturen, die sich hinter dieser Übergangslinie befinden, erfolgt nicht (KOS-SOFF, 1983).

2.4.2. Mehrfachreflexionen

Mehrfachreflexionen - dies bedeutet soviel wie mehrmaliges Zurückwerfen von Echos - treten bei Thoraxbeschallung an der Grenze zwischen Zwerchfell und Lunge auf. Sie äußern sich in mehreren parallel verlaufenden, immer schwächer und schmaler werdenden Echozonen, denen sich schließlich eine echolose Zone anschließt (PARK et al., 1981).

2.4.3. Schallschatten-Phänomen

Zur Ausbildung von Schallschatten kommt es beim Auftreffen von Schallwellen auf knöcherne Trennflächen, welche die gesamte Energie absorbieren, so daß dahinter gelegene Strukturen nicht zur Darstellung gelangen (KOSOFF, 1983).

Auch die eingangs dieses Abschnitts erwähnte Totalreflexion könnte man als eine Art Schallschatten bezeichnen.

2.4.4. Abträuf-Phänomen

Es handelt sich dabei um ein Artefakt, das an tangential getroffenen, runden Objekten in Form eines kompletten Schallschattens zu sehen ist. Voraussetzung hierfür ist eine im Vergleich zur Wellenlänge glatte Begrenzung des Objekts, auf die der Schallimpuls nahezu tangential auftrifft. Daraus resultiert eine Aufspreizung der Schallkeule, so daß keine Echos genügender Intensität mehr angeregt werden können (SOMMER et al., 1979).

2.5. Nebenwirkungen des Ultraschalls

2.5.1. Thermisch

Ein Teil der Energie wird durch Absorption in Wärme umgewandelt. Inwieweit dies zu einer Temperaturerhöhung der beschallten Gewebe führt, ist sowohl von der Frequenz und Intensität des Ultraschalls als auch von der Gewebestruktur abhängig. Man kann aber sagen, daß aufgrund der sehr geringen Schallintensität moderner Diagnosegeräte sowie durch die Wärmekonvektion über das Blut eine meßbare Temperaturerhöhung bzw. die Gefahr einer übermäßigen Wärmeeinwirkung nicht gegeben sind (WESSELS und WEBER, 1983; BROWN, 1984; ROTT, 1983).

2.5.2. Mechanisch

Die durch Ultraschallwellen verursachten mechanischen Schwingungen des Gewebes können zur Ausbildung von Kavitationen, Pseudokavitationen oder zum Auftreten des Microstreaming führen.

Unter Kavitationen sind Hohlraumbildungen zu verstehen, die vorwiegend bei Beschallung entgaster Flüssigkeiten anzutreffen und durch die Sogphase der Ultraschallwelle bedingt sind.

Als Pseudokavitationen bezeichnet man das Auftreten kleiner gashaltiger Blasen im Gewebe, die einerseits wieder in sich zusammenfallen können oder andererseits permanent in einem Dauerschallfeld oszillieren und dabei sogar in ihrer Größe anwachsen können.

Mit dem Begriff Microstreaming werden Flüssigkeitsbewegungen bezeichnet, die aus den Druckunterschieden an der Oberfläche von im Schallfeld permanent verharrenden, oszillierenden Blasen resultieren können.

Jeder dieser angeführten Parameter kann seinerseits eine Gewebsläsion oder eine Zerstörung einzelner Zellbestandteile induzieren. Im Bereich der diagnostischen Ultraschallanwendung sind jedoch derartige Schädigungen nicht nachgewiesen (WESSELS und WEBER, 1983; ROTT, 1983).

2.5.3. Chemisch

Chemische Nebenwirkungen wie Oxidationen, Reduktionen und Depolymerisationsvorgänge treten nach bisherigen Erkenntnissen beim Einsatz der medizinischen Ultraschalldiagnostik-Verfahren nicht in Erscheinung (WESSELS und WEBER, 1983; ROTT, 1983).

2.5.4. Biologisch

Darunter sind, außer den schon bei den mechanischen Nebenwirkungen angesprochenen Gewebsläsionen, teratogene Schädigungen und die Mutagenität zu verstehen. Es gilt als gesichert, daß der "diagnostische Ultraschall" in seiner derzeit verwendeten Form mit keinem dieser aufgezählten Nachteile behaftet ist (ROTT, 1983).

Zum Abschluß dieses Kapitels sei betont, daß ein Beweis für die absolute Unschädlichkeit einer sonographischen Untersuchung noch nicht vorliegt.

Es existieren daher gewisse Empfehlungen - die z.B. für "Food and Drug Administration USA" und für das AIUM (American Institut of Ultrasound in Medicine) erarbeitet wurden - die Berücksichtigung finden sollten (WESSELS und WEBER, 1983; siehe Abb. 3).

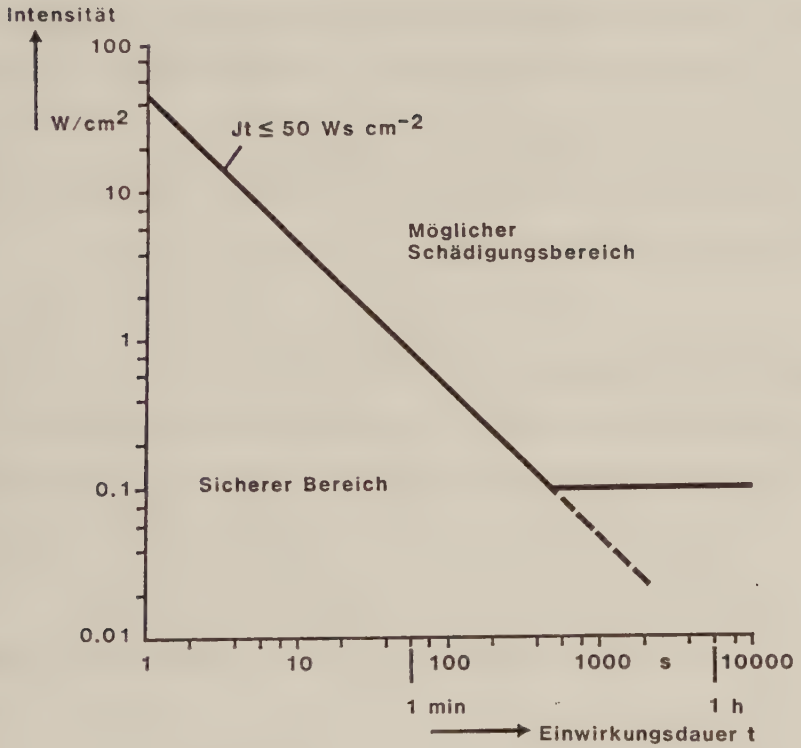


Abb. 3: Grenzwerte für den "diagnostischen Ultraschall-Einsatz"
(WESSELS und WEBER, 1983)

2.6. Indirekte Methoden der Graviditätsdiagnostik bei Schweinen

2.6.1. Non-Return Rate und diagnostische Hormoninjektion

Bei der Non-Return Rate macht man sich zunutze, daß während einer Gravidität keine Brunstsymptome auftreten und kein Duldungsreflex induziert werden kann. Für die Auslösung des Duldungsreflexes ist bei Sauen jedoch nicht allein die "Rittprobe" entscheidend, sondern es sind noch einige weitere Faktoren dafür ausschlaggebend (SIGNORET, 1970; DYCK, 1982).

Ziel der diagnostischen Hormoninjektion ist es, bei den nicht-trächtigen Sauen eine Rausche zu stimulieren (JÖCHLE und SCHILLING, 1965). Voraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz dieser Methode ist, daß das Zyklus- bzw. eventuelle Graviditätsstadium des zu untersuchenden Tieres bekannt ist. Die Anwendung der diagnostischen Hormoninjektion erfolgt am 17. Tag nach der letzten Belegung, wenn man eine Zykluslänge von 21 Tagen zugrundelegt (WALKER, 1972; SCHULZE, 1980).

2.6.2. Plasma-Progesteron Bestimmung

Die Berücksichtigung des Hormons Progesteron als Indikator einer Gravidität beruht auf der Erkenntnis, daß die

Aufrechterhaltung einer Trächtigkeit abhängig ist von einer gewissen Plasma-Progesteronkonzentration im Blut der Muttersau. Von verschiedenen Untersuchern werden jedoch unterschiedliche Werte vertreten. Während ROBERTSON und SARDA (1971) aufgrund ihrer Untersuchungen einen Mindestwert von 5,0 ng Progesteron/ml Blut postulieren, geben ROBERTSON und KING (1974) sowie MEYER et al. (1975) einen Mindestgehalt von 10,0 ng bzw. 9,0 ng Progesteron/ml Blut an. ROBERTSON und SARDA (1971) sowie ROBERTSON und KING (1974) erbrachten ihre Nachweise mit einer modifizierten Protein-Bindungs Methode. MEYER et al. (1975) hingegen arbeiteten mit einem Radioimmunoassay.

Aufgrund großer individueller Schwankungen bei den Sauen wird empfohlen die Blutprobenentnahme zur Progesteronbestimmung zwischen dem 20. und 24. Tag vorzunehmen (KÜST und SCHAETZ, 1983).

2.6.3. Östronsulphat-Bestimmung im Plasma

Die Östronsulphatkonzentration im Plasma unterliegt während einer Gravidität erheblichen Schwankungen. Der Östronsulphatgehalt im Plasma des Muttertieres beginnt ab dem 16. Tag nach der Belegung bzw. Besamung anzusteigen und erreicht zwischen dem 23. und 30. Tag einen Wert von $\geq 3,0$ ng/ml. Dem schließt sich ein stetiger Abfall bis zum

45. Tag auf 35,0 pg/ml an. Worauf wiederum ein Anstieg des Östronsulphatgehaltes auf ca. 3,0 ng/ml bis kurz vor dem Geburtstermin folgt (ROBERTSON und KING, 1974). Eine Studie von SABA und HATTERSLEY (1981), die für eine Gravidität eine Mindestkonzentration von 0,5 ng Östronsulphat/ml angeben, erbrachte Werte von $2,7 \pm 1,52$ ng Östronsulphat/ml zwischen dem 26. und 29. Tag einer Gravidität.

2.6.4. Östrogenbestimmung im Harn

Dieses Graviditätsdiagnostikum wird erstmals von KÜST (1931) beschrieben. Spätere Arbeiten darüber zeigen, daß die Methode viel Zeit- und Arbeitsaufwand erfordert, und nur bedingt verlässliche Ergebnisse liefert, wenn die Untersuchung zwischen dem 20. und 30. Tag nach der Belegung bzw. Besamung vorgenommen wird (GRUNSELL und ROBERTSON, 1953; VELLE, 1960).

2.6.5. Vaginalbiopsie

Die Möglichkeit der Erstellung einer Graviditätsdiagnose aufgrund einer Vaginalbiopsie wurde schon sehr früh erkannt (MC-KENZIE, 1924; WILSON, 1926). Das Vaginalepithel unterliegt während des Sexualzyklus Umbauvorgängen und zeigt während der Gravidität einen charakteristischen

Aufbau. Eine zwei- bis vierschichtige Zelllage des Vaginal-epithels zwischen dem 18. und 25. Tag nach einer Belegung bzw. Besamung spricht für eine eingetretene Gravidität, dagegen deutet ein 5- bis 20schichtiger Epithelverband zu diesem Zeitpunkt auf eine Nicht-Gravidität hin (BUSCH, 1963; MORTON und RANKIN, 1969; DIEHL und DAY, 1973). Die Genauigkeit dieses Verfahrens, eingesetzt ab dem 30. Tag der Trächtigkeit, wird von vielen Untersuchern auf mehr als 95 % beziffert (z.B. KUHLMANN, 1963; KUHLMANN und SCHROEDER, 1964; DONE und HEARD, 1968), während Ergebnisse anderer Untersucher eine ebensolche Sicherheit bereits zwischen dem 20. und 25. Tag zeigen (MORTON und RANKIN, 1969; DIEHL und DAY, 1973). BUSCH (1963) konnte in seinen Untersuchungen die nichtträchtigen Sauen zu 100 %, die trächtigen Sauen, die sich in den verschiedensten Graviditätsstadien befanden, zu 94.5 % erkennen.

2.7. Direkte Methoden der Graviditätsdiagnostik bei Schweinen

2.7.1. Rektale Untersuchung

Die rektale Untersuchung, zuerst von HUCHZERMEYER und PLO-NAIT (1960) angeführt, ist mit sehr geringem Arbeits- und Kostenaufwand durchzuführen. Es sind jedoch einige Voraussetzungen dafür nötig, teils von seiten des Untersuchers und teils von seiten des zu untersuchenden Tieres, auf die hier nicht näher einzugehen ist.

Die Parameter für die Diagnosestellung sind der Größenvergleich zwischen der Arteria uterina media und der Arteria iliaca externa, das Vorhandensein des Uterinschwirrens und eventuell ein fühlbarer Fruchtgegenstoß (KEEL-DIFFEY, 1963; CAMERON, 1977). Die Genauigkeit eine korrekt positive Graviditätsvorhersage zu treffen, wird für Sauen, die zwischen dem 31. und 60. Tag der Trächtigkeit untersucht wurden, von CAMERON (1977) auf annähernd 94 % beziffert.

2.7.2. Laparoskopie und Röntgen

Während man mittels Laparoskopie schon vom 12. Tag nach einer Belegung bzw. Besamung an gerechnet sehr gut eine Gravidität feststellen kann (WILDT et al., 1975), gelingt dies mit Hilfe der Röntgenuntersuchung erst ab der achten Graviditätswoche (WINTZER, 1964; SCHULZE, 1980). Beide Verfahren werden wegen der besonders intensiven arbeits- und gerätetechnischen Aufwendungen nur äußerst selten eingesetzt.

2.7.3. Ultraschallverfahren

Anfänglich wurden zumeist Ultraschallgeräte eingesetzt, die nach dem Doppler-Prinzip arbeiteten, wie z.B. in den Untersuchungen von COMMICHAU (1971), der sich dabei auf

Voruntersuchungen von FRASER und ROBERTSON (1967;1968) stützte. COMMICHAU (1971) gibt für seine Befunde im positiven Falle einer Gravidität eine Sicherheit von 100 % und im negativen Falle eine von 93 % an, wobei sich diese Ergebnisse nur auf Sauen beziehen, die sich in der 6. - 16. Woche post copulationem befunden haben. COMMICHAU (1971) betont weiterhin, daß eine Untersuchung vor der sechsten Graviditätswoche keine brauchbaren Resultate liefert. Demgegenüber steht eine im selben Jahr veröffentlichte Arbeit von FRASER et al. (1971), in der diese eine 97%ige Erfolgsquote in der Graviditätsdiagnostik angeben und aussagen, daß die Trächtigkeitsfeststellung schon einen Monat post conceptionem vorgenommen werden kann.

Ein Vergleich der Aussagegenauigkeit der Doppler-Ultraschalltechnik und der histologischen Untersuchung einer Vaginalschleimhautprobe wurde von ISAKOV (1974) erarbeitet. Es wurden mit jeder Methode 390 Sauen, die um den 30. Tag trächtig sein sollten untersucht. Insgesamt erreichte ISAKOV (1974) bezüglich der gestellten Diagnosen -trächtig oder nichtträchtig- mit dem Doppler-Ultraschallgerät eine Genauigkeit von 91,80 % und mit der Vaginalbiopsie eine von 92,05 %. Eine ebensolche Arbeit führte McCAGHEY (1979) an 190 Sauen durch. Die Prozentsätze seiner richtigen Diagnosen, ermittelt im Vergleich zu seinen insgesamt gestellten Diagnosen, betrugen für den Doppler-Ultraschall 92,10 % und für die Vaginalbiopsie 96,84 %.

LINDAHL et al. (1975), die in einem Feldversuch ein mit einem Oszilloskop gekoppeltes Ultraschallgerät einsetzten, erzielten in ihren zwischen dem 30. und 90. Tag der Gravidität durchgeführten Untersuchungen an 801 Sauen eine annähernd 100%ige Genauigkeit in der Diagnostik trächtiger Sauen. Bei 180, unter gleichen Bedingungen gehaltenen, beschallten Zuchtschweinen erreichten LINDAHL et al. (1975) eine 100%ige Treffsicherheit in der Erfassung sowohl von trächtigen wie auch von nichtträchtigen Sauen. In einem weiteren Feldversuch, der 21.000 Tiere umfaßte und in dem das Gerät von Tierärzten und Schweinezüchtern eingesetzt wurde, konnten die nicht-trächtigen Sauen in mehr als 95 % der Fälle erkannt werden.

Zu einem ähnlichen Ergebnis, wie LINDAHL et al. (1975), kamen HANSEN und CHRISTIANSEN (1976) mit einem damals neu entwickelten Ultraschall-A-Scan Gerät. Allerdings basierten ihre Resultate auf der Untersuchung von nur 96 Tieren.

BALKE und ELMORE (1982) verglichen in ihrer Studie die rektale Untersuchung und die Ultraschalluntersuchung am 38. Tag der Gravidität im Hinblick auf deren Aussagekraft für eine Diagnosestellung. Sie verwendeten ebenfalls ein Ultraschallgerät gekoppelt mit einem Oszilloskop. Sie konnten mit der Ultraschallmethode bei 81 (96,6 %) und durch die rektale Untersuchung bei 83 (98,8 %) trächtigen Sauen die Gravidität feststellen.

Das B-Mode Scanning in Verbindung mit der zweidimensionalen Bildwiedergabe erprobten INABA et al. (1983) unter Verwendung einer 3,5 MHz Sonde an 145 Sauen. Die Untersuchungen erfolgten transkutan. Die Sauen wurden auf einer Farm unter kontrollierten Bedingungen gehalten. Bei zwei Tieren sprachen sie anhand des Uterusbefundes die Gravidität schon am 19. Tag post inseminationem an. Der Prozentsatz korrekter Diagnosen stieg am 20. und 21. Tag nach der Insemination auf 73 % bzw. 91 % an und lag ab dem 22. Tag der Gestation bei 100 %. Den Fetus konnten sie am 32. Tag der Trächtigkeit identifizieren. Eine Fütterung der Tiere vor der Ultraschalluntersuchung beeinflusste die Diagnosestellung nicht.

Neuere Ultraschalluntersuchungen an Zuchtsauen wurden von CARTEE et al. (1985) mit unterschiedlichen A-Mode und B-Mode Geräten, einem 3,5 MHz und einem 5 MHz Transducer durchgeführt. Die trächtigen Sauen, die sich in verschiedensten Graviditätsstadien befanden, wurden in sechs Gruppen eingeteilt. Danach haben CARTEE et al. (1985) die einzelnen Gruppen von Schweinen teils mit einem Gerätetyp und nur einem Transducer, teils mit variierender Kombination der Geräte und Transducer beschallt. Die Resultate ihrer transkutanen Untersuchungen waren wie folgt: Die früheste gesicherte Feststellung einer Gravidität mit einem B-Mode Gerät trafen sie am 21. Tag der Gestation. Mit dem A-Mode Gerät dagegen konnten sie die Trächtigkeit erst am 28. Tag

der Gestation feststellen. Des weiteren erfaßten sie mit dem B-Mode am 25. Tag der Trächtigkeit die fetale Herzstätigkeit und am 28. Tag Bewegungen des Fetus. Von den Tieren, die sie vor dem 21. Tag nach der Besamung oder Belegung untersuchten und deren Ultraschallbefund ihnen bezüglich einer Trächtigkeit positiv erschien, ferkelten 83 % ab. Die Gravidität wurde in jedem Fall erkannt, wenn die Sauen ab dem 20. Tag nach der Besamung oder Belegung untersucht wurden. CARTEE et al. (1985) führten zudem an 10 Sauen neben dem transkutanen ein transrektale Scanning mit einem B-Mode Gerät und einer 3,5 MHz Sonde durch. Bei der Gegenüberstellung der Verfahren fanden sie, daß sich die transrektalen Aufnahmen weder in ihrer Qualität noch im Aussagewert von den transkutanen unterschieden. Auch bezeichneten sie die Methode der transrektalen Ultraschallanwendung als langsam und traumatisch.

Ein Testvergleich zwischen einem nach dem Real-Time Verfahren arbeitenden Gerät mit einer 3,0 MHz Sonde und einem A-Mode Gerät, eingesetzt zwischen dem 24. und 32. bzw. 31. und 37. Tag der Gravidität, lieferte folgende Ergebnisse: Die Trächtigkeit wurde mit dem Real-Time Gerät zu 98,9 % und mit dem A-Mode Gerät zu 95,3 % erkannt. Dagegen wurden nicht-trächtige Sauen mit dem Real-Time Verfahren zu 100 % erfaßt, während mit der A-Mode-Technik nur in 70,5 % der Fälle eine richtige Aussage möglich war (TAVERNE et al., 1985).

Eine andere Studie der transkutanen Echographie mit einem B-Mode Gerät und einem 3,5 MHz Transducer an 2257 Sauen zwischen dem 18. und 90. Tag der Gravidität erbrachte 98,7 % richtige Diagnosen bei trächtigen Sauen, aber nur 54 % bei der Erkennung nichtträchtiger (BOTERO et al., 1986). Eine Gravidität konnte frühestens am 18. Tag post inseminationem aufgrund der Ansammlung von Allantois- und Amnionflüssigkeit diagnostiziert werden. Die Gesamtgenauigkeit, errechnet aus dem Verhältnis korrekter Diagnosen zu den insgesamt gestellten Diagnosen, betrug 93,2 %. Die meisten Fehlinterpretationen und somit Fehldiagnosen ereigneten sich bei Untersuchungen zwischen dem 18. und 21. Tag der Gravidität bei Sauen, die letztendlich weniger als fünf Ferkel zur Welt brachten (Botero et al., 1986).

Dieses Ergebnis ist fast deckungsgleich mit dem Resultat von JACKSON (1986). Er beschallte ebenfalls transkutan 285 gravide Sauen zwischen dem 24. und 37. Tag nach dem Decken und konnte dabei 282 Tiere als trächtig ansprechen. D.h. in 99 % der Fälle waren seine Diagnosen korrekt. Auch JACKSON (1986) verwendete ein B-Mode Ultraschallgerät mit einer 3,5 MHz Sonde.

Eine Vergleichsstudie zwischen der Plasma-Östronsulphatkonzentration im Blut und dem Doppler-Ultraschall mit Augenmerk auf die Treffsicherheit dieser Methoden in der Graviditätsdiagnostik bei Schweinen wurde von ATKINSON et

al. (1986) angestellt. Hierfür wurden Blutproben von 788 Sauen zwischen dem 24. und 30. Tag nach der Besamung entnommen und die Plasma-Östronsulphatkonzentrationen bestimmt. ATKINSON et al. (1986) ermittelten mit diesem Verfahren eine Gesamtgenauigkeit von 92,2 % für alle ihre Diagnosen. Demgegenüber erreichten sie bei ihren Ultraschalluntersuchungen von 812 Sauen, die sich in der 5. Woche post inseminationem befanden, eine Aussagezuverlässigkeit von 96,7 %. ATKINSON et al. (1986) betonten besonders, daß der Prozentsatz der falsch-negativen Diagnosen bei Einsatz des Ultraschalls mit 1,1 % weit geringer ausfiel als beim Plasma-Östronsulphattest mit 5,8 %.

Die Arbeit von ALMOND und DIAL (1986) befaßte sich mit dem Vergleich der Treffsicherheit verschiedener endokriner Parameter und der Ultraschallapplikation im Hinblick auf eine Graviditätsdiagnose. Untersucht wurden 51 Sauen. Die Sicherheit, mit der ALMOND und DIAL (1986) eine positive Graviditätsprognose aussprachen, lag für die Östronsulphatbestimmung bei 92 % und für die Doppler-Ultraschall-Technik sowohl bei transkutaner als auch bei rektaler Anwendung bei jeweils 86 %.

3. Material und Methode

3.1. In vitro-Untersuchungen

Um einen ersten Einblick zu erhalten und um sich mit den in vivo zu erwartenden Strukturen vertraut zu machen, wurden die inneren Genitalorgane von 100 geschlachteten Sauen in einem Wasserbad beschallt. Die Uteri bzw. die Ovarien wurden dazu in eine mit Wasser gefüllte Wanne verbracht und mit dem ins Wasser eingetauchten Transducer "abgetastet".

Bei diesen Untersuchungen kam das Gerät »Vetscan« (Fisher Ltd., Edinburgh Scotland) in Verbindung mit einem 5 MHz Schallkopf zur Anwendung.

3.2. In vivo-Untersuchungen

In diesem Arbeitsabschnitt wurde das Gerät »Aloka Echo Camera Model SSD-210 DX II« (Aloka Co., Ltd., Tokyo Japan) teils mit einem 5 MHz Schallkopf (Model-UST-5813-5, Aloka Co., Ltd, Tokyo Japan) und teils mit einer 3,5 MHz Sonde (Model-UST-5021, Aloka Co., Ltd., Tokyo Japan) eingesetzt.

Zur Befunddokumentation dienten eine »Sofortbildkamera Model ACR-7510« (Aloka Co., Ltd., Tokyo Japan), Schwarzweiss-Filme »Polaroid Typ 611« (Fabrique au Royaume - Uni par Polaroid (U.K.) Ltd., St. Albans, Hertfordshire, England) und ein »Video Copy Processor Model P60B« (Mitsubishi Electric Corporation, Japan).

3.2.1. Transrektale Sonographie

Das Vorgehen der Ultraschalluntersuchung am Tier verlief wie folgt: Der Sondenkopf und ein Teil des Verbindungskabels zwischen Sonde und Ultraschallgerät wurden in einen eigens dafür angefertigten, 80 cm langen Metallstab eingelegt. Anschließend wurden der Metallstab und die Sonde mit ihrem Verbindungskabel mit Hilfe eines Klebestreifens fest aneinander fixiert, um eine Führungsstabilität zu gewährleisten. Dies war nötig, da es wegen der Größe und Länge sowohl des menschlichen Unterarmes als auch des Beckens des Schweines meist nicht möglich ist, die Ultraschallsonde unter direkter manueller Kontrolle ins Rektum einzuführen oder gar die intrarektal liegende Sonde hin und her zu schwenken, wie etwa bei Pferd und Rind.

Vor Applikation des Transducers ins Rektum wurde auf der Schallaustrittsseite ein Kontaktgel aufgetragen und der Transducer samt Führungsstab, zum Schutz vor Nässe und Verunreinigungen, mit einem Plastikhandschuh überzogen. Die so vorbereitete Sonde wurde nach manueller Entleerung des Rektums durch den Anus eingeführt. Bei manchen Tieren war es zudem nötig die Sonde mit der Hand im kaudalen Teil des Rektums zu begleiten, damit die Sonde sich nicht in den Schleimhautfalten verfang. Wie weit der Sondenkopf intrarektal nach kranial vorzuschieben oder wo er dann zu lagern war, hing von den jeweiligen anatomischen Gegebenheiten des zu untersuchenden Tieres ab.

Mit dieser Methode wurden zum einen drei klinikeigene Zuchtsauen, jeweils 32 mal zwischen dem 10. Tag post inseminationem und ihrem Abferkeltermin, auf Anzeichen einer Trächtigkeit überprüft. Zum anderen wurden 225 Sauen aus vier Betrieben einmalig auf Trächtigkeit untersucht.

Anzumerken ist, daß bei diesen In vivo-Untersuchungen die Sonde, gemessen vom Sphincter ani bis hin zur Sondenkopfspitze, 30 - 40 cm im Rektum nach kranial eingebracht wurde. Zur Beschallung wurde ein 5 MHz Transducer herangezogen.

3.2.2. Transkutane Sonographie

Diese Untersuchungen wurden teils mit der 5 MHz und teils mit der 3,5 MHz Sonde durchgeführt. Der Schallkopf wurde dabei, nach Auftragen des Kontaktgels auf das Schallaustrittsfenster, im Zwischenschenkelspalt an der äußeren Haut des Abdomens angelegt und ein zweihandbreit großer Bereich oberhalb der drei kaudalen Mammarkomplexe "abgetastet".

Mit der 3,5 MHz Sonde wurden 93 Sauen und mit der 5 MHz Sonde 125 Sauen aus vier Betrieben untersucht.

4. Ergebnisse

4.1. Voruntersuchungen in vitro

4.1.1. Uterus

Der nichtträchtige Uterus stellt sich im Ultraschallbild als feinkörnige, homogen strukturierte Masse mit ungleichförmigen Konturen dar, während ein gravider Uterus in Abhängigkeit von der Trächtigkeitsdauer mehr oder weniger große, nicht-echogene Areale aufweist, die von gleichmäßig feinkörnigen, aber unregelmäßig verlaufenden Strukturen umrandet werden. Derartige Strukturen, die auch unterschiedliche Durchmesser besitzen, sind als Uteruswand anzusprechen (Abb. 4-7).

4.1.2. Ovar

Die Funktionsgebilde oder pathologischen Veränderungen im Wasserbad beschallter Ovarien sind gut anzusprechen. Die Form der jeweiligen Blasen oder Corpora lutea ist mehr oder weniger rundlich. Blasen bzw. Zysten zeigen sich als nicht-echogene Areale umgeben von ihrer Wand. Gelbkörper hingegen erscheinen in einem feinkörnig, bisweilen auch etwas grobkörnig strukturierten Grauton. Einzelne Gelbkörper sind dadurch gekennzeichnet, daß ihre äußere Begrenzung sich gegenüber dem übrigen Luteingewebe echointensiver darstellt (Abb. 8-11).

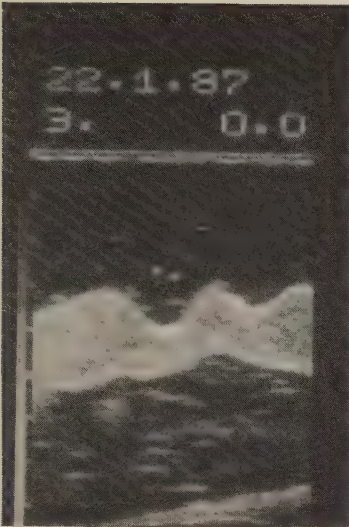


Abb. 4: Nicht-gravider Uterus



Abb. 5: Längsschnitt durch ein nicht-gravides Uterushorn (schematisch)

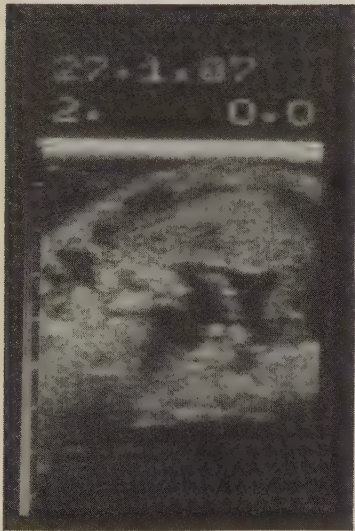


Abb. 6: Gravider Uterus ca. 40. Tag der Gravidität

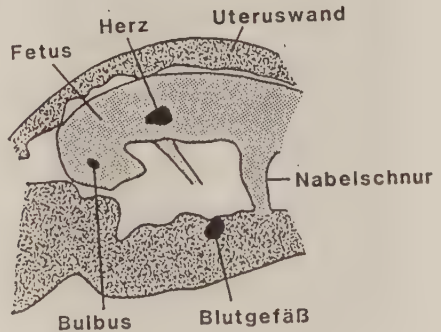


Abb. 7: Längsschnitt durch ein gravidies Uterushorn; Fetus paramedian angeschnitten (schematisch); Hinterextremität außerhalb der Schnittebene

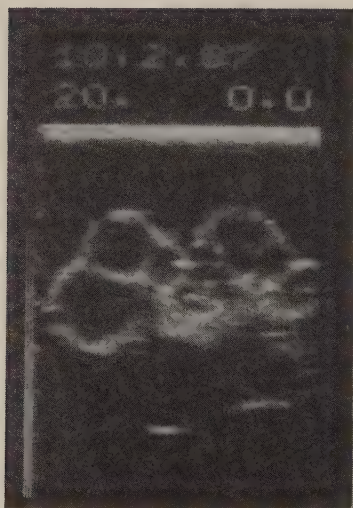


Abb. 8: Ovar mit Blasen

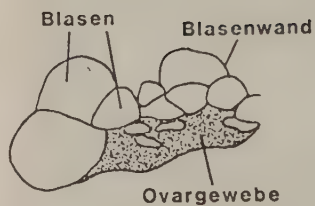


Abb. 9: Transversalschnitt durch ein Ovar mit Blasen (schematisch)

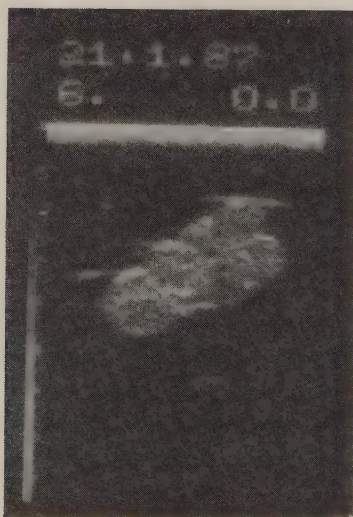


Abb. 10: Ovar mit Corpora lutea



Abb. 11: Transversalschnitt durch ein Ovar mit Corpora lutea (schematisch)

4.1.3. Aussagegenauigkeit einer Ovaruntersuchung in vitro

Im Hinblick auf die Genauigkeit mit der Funktionsgebilde am Ovar angesprochen werden können, wurden 200 Ovarien (100 Ovarpaare) untersucht und davon 190 Ovarien in einer Auswertung zusammengefaßt (Tab. 1 und 2). Acht der zehn Ovarpaare, die nicht in die Auswertung einbezogen wurden, wiesen eine große Anzahl von Bläschen mit einem Durchmesser ≤ 2 mm auf. Die Ovarien von 2 weiteren Sauen besaßen 5 bzw. 7 rundliche, dünnwandige mit rötlichseröser Flüssigkeit gefüllte Gebilde mit einem Durchmesser von 20 mm bis 35 mm, deren Wandung stark vaskularisiert war. Beide Strukturen konnten im Ultraschallbild zunächst nicht definitiv angesprochen werden.

Als Kriterium zur Einordnung der einzelnen Blasen und Zysten sowie der Corpora lutea diene jeweils der größte darstellbare Querdurchmesser dieser Gebilde beim kontinuierlichen Abtasten (Abb. 12-14).

Tab. 1: Ovaruntersuchung in vitro - Zahlenmäßiges Vorkommen von Funktionsgebilden (≥ 3 mm) bzw. Zysten am Ovar.

Funktions- gebilde	sonographisch erfaßt n	davon zuviel erfaßt*) n	nicht erfaßt*) n
Blasen/Zysten	2217	15	222
Corpora lutea	879	22	195

*) überprüft durch visuelle Nachkontrolle

Tab. 2: Ovaruntersuchung in vitro - Prozentuale Aussagegenauigkeit, mit der Blasen/Zysten und Corpora lutea am Ovar angesprochen werden konnten.

Funktions- gebilde	sonographisch erfaßt %	davon zuviel erfaßt*) %	nicht erfaßt*) %
Blasen/Zysten	90,4	0,6	9,0
Corpora lutea	80,2	2,0	17,8

*) überprüft durch visuelle Nachkontrolle

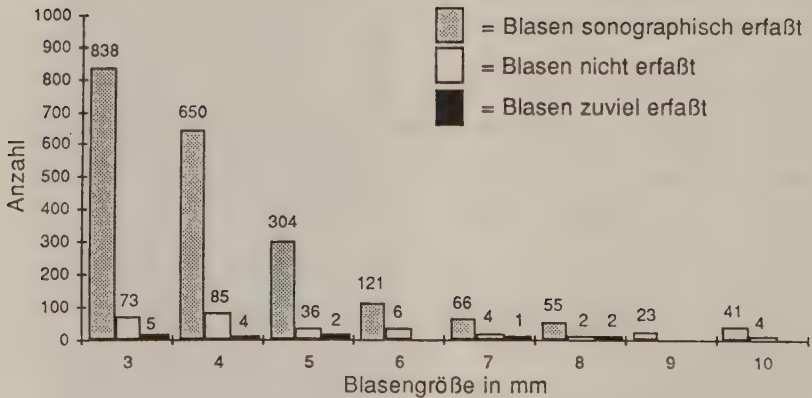


Abb. 12: Ergebnis der Ultraschalluntersuchung von Ovarien (n = 190) in vitro. Blasen von 3-10 mm.

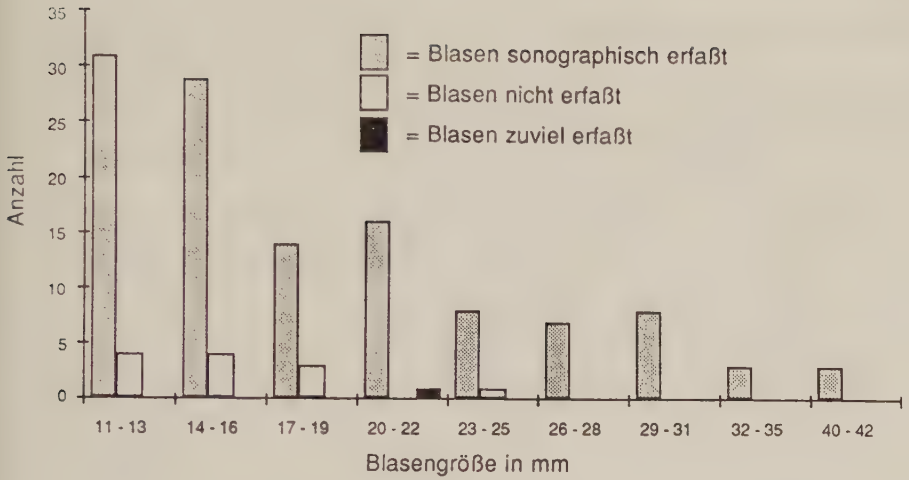


Abb. 13: Ergebnis der Ultraschalluntersuchung von Ovarien (n = 190) in vitro. Blasen von 11-42 mm.

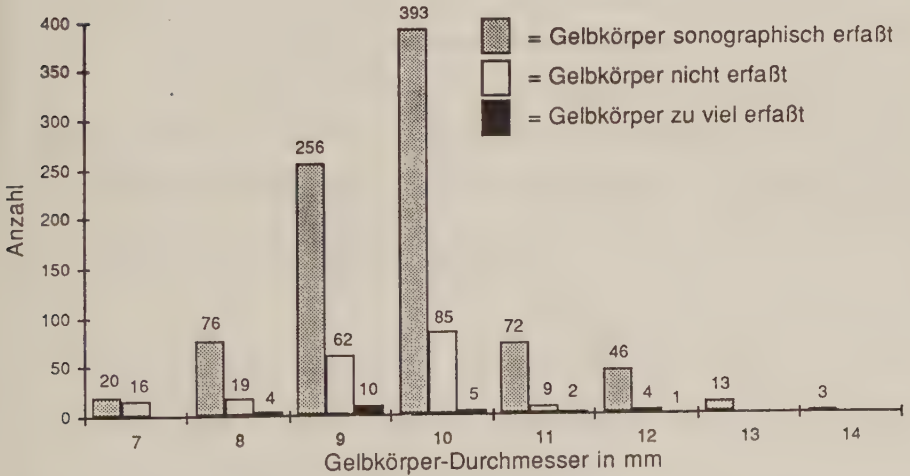


Abb. 14: Ergebnis der Ultraschalluntersuchung von Ovarien (n = 190) in vitro. Gelbkörper von 7 - 14 mm.

4.2. In vivo-Untersuchungen

4.2.1. Anzeichen der Gravidität

Das erste diagnostisch verwendbare Kriterium im Hinblick auf eine positive Graviditätsaussage bildet die Ansammlung von Fruchtwasser im Uterus. Diese äußert sich auf dem Monitor als nicht-echogenes Areal bzw. kann auch ein in mehrere nicht-echogene Areale gegliedertes Bild erscheinen. In welcher Form sich letztendlich die Fruchtwasseransammlung auf dem Monitor darstellen läßt, ist abhängig von der Menge des Fruchtwassers, der Lage der Cornua uteri und der Stellung der Ultraschallsonde (Abb. 24 und 25).

Weitere Parameter, die eine positive Graviditätsaussage untermauern sind in Tabelle 3 angeführt.

Wurde keiner der in Tabelle 3 aufgeführten Parameter angetroffen, so wurde die Graviditätsdiagnose "negativ" konstatiert.

Tab. 3: Früheste Nachweise verschiedener Parameter im Graviditätsverlauf.

Parameter	Applikation der Sonde (Frequenz) n = Anzahl der Sauen		
	transrektal (5 MHz) n = 217	transkutan (3,5 MHz) n = 93	(5 MHz) n = 125
Fruchtwasseransammlung im Uterus	12. Tag	14. Tag	14. Tag
Amnionmembran	13. Tag	29. Tag	22. Tag
Embryo/Fetus	21. Tag	29. Tag	20. Tag
Fetale Herztätigkeit	21. Tag	62. Tag	23. Tag
Fetale Orbita	29. Tag	-	49. Tag
Fetaler Magen	49. Tag	76. Tag	49. Tag

4.2.2. Nachweishäufigkeit verschiedener Parameter

Berücksichtigt wurden hierbei die Ovarien der untersuchten Sauen und, sofern eine Gravidität vorlag, fetale Parameter.

Diese Parameter wurden zum einen anhand von drei klinikeigenen Sauen und zum anderen bei in der Praxis durchgeführten Untersuchungen bestimmt.

Die drei klinikeigenen Sauen wurden ab dem 10. Tag nach der künstlichen Besamung bis zum Abferkeltermin im Abstand von 3 bis 4 Tagen transrektal beschallt (Tab. 4). In der Praxis wurden die Sauen einmalig sonographisch untersucht (Tab. 5).

Mit welcher Wahrscheinlichkeit einer oder mehrere der fetalen Parameter zum jeweiligen Gestationszeitpunkt aufzufinden sind ist den Abbildungen 15 bis 17 zu entnehmen.

Tab. 4: Nachweishäufigkeit verschiedener Parameter - Ermittelt bei drei Sauen, die jeweils zwischen dem 10. Tag nach der künstlichen Besamung und dem Abferkeltermin transrektal beschallt wurden.

Parameter	Sau Nr. 1	Sau Nr. 2	Sau Nr. 3
Amnionmembran	3	13	6
Embryo/Fetus	19	30	20
Fetale Herztätigkeit	2	26	13
Fetale Orbita	-	10	5
Fetaler Magen	-	15	7
Ein Ovar	3	5	8
Beide Ovarien	-	-	11

Tab. 5: Nachweishäufigkeit verschiedener Parameter -
Ermittelt bei den Ultraschalluntersuchungen in der Praxis.

Parameter	Applikation der Sonde (Frequenz) n = Anzahl der Sauen		
	transrektal (5 MHz) n = 217	transkutan (3,5 MHz) n = 93	transkutan (5 MHz) n = 125
Amnionmembran	71	2	8
Fetus	116	44	58
Fetale Herztätigkeit	71	22	43
Fetale Orbita	13	-	5
Fetaler Magen	35	14	24
Ein Ovar	54	-	9
Beide Ovarien	23	-	-

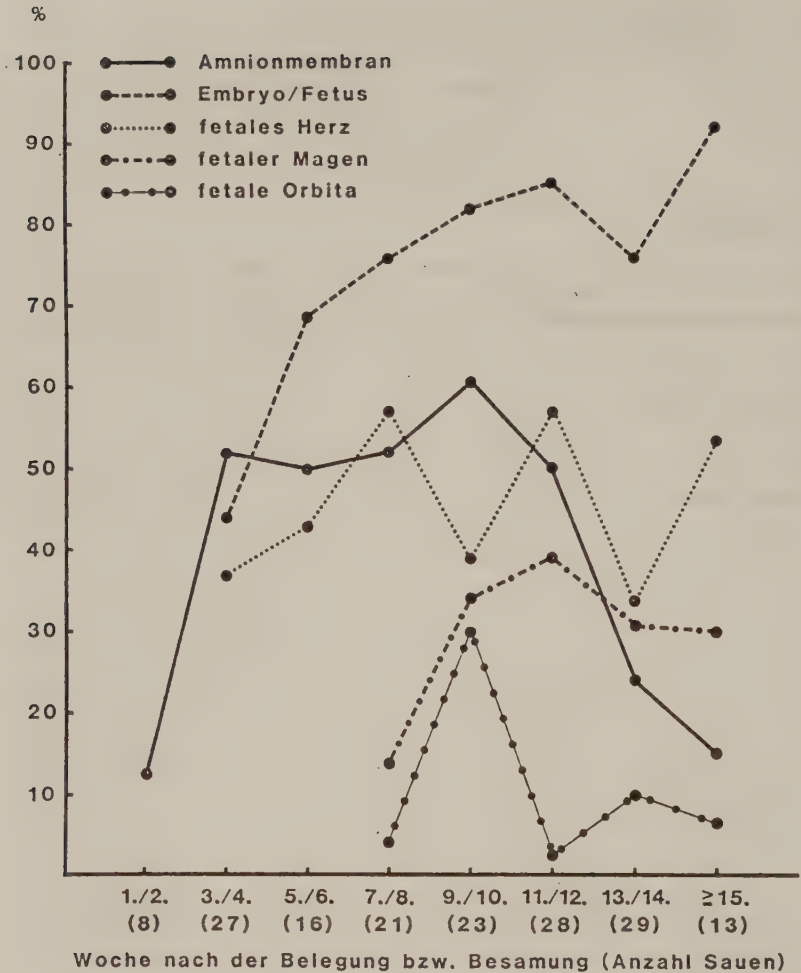


Abb. 15: Nachweishäufigkeit verschiedener Parameter -
Ermittelt bei den transrektalen Ultraschalluntersuchungen
(5 MHz) von 165 graviden Zuchtsauen in der Praxis.

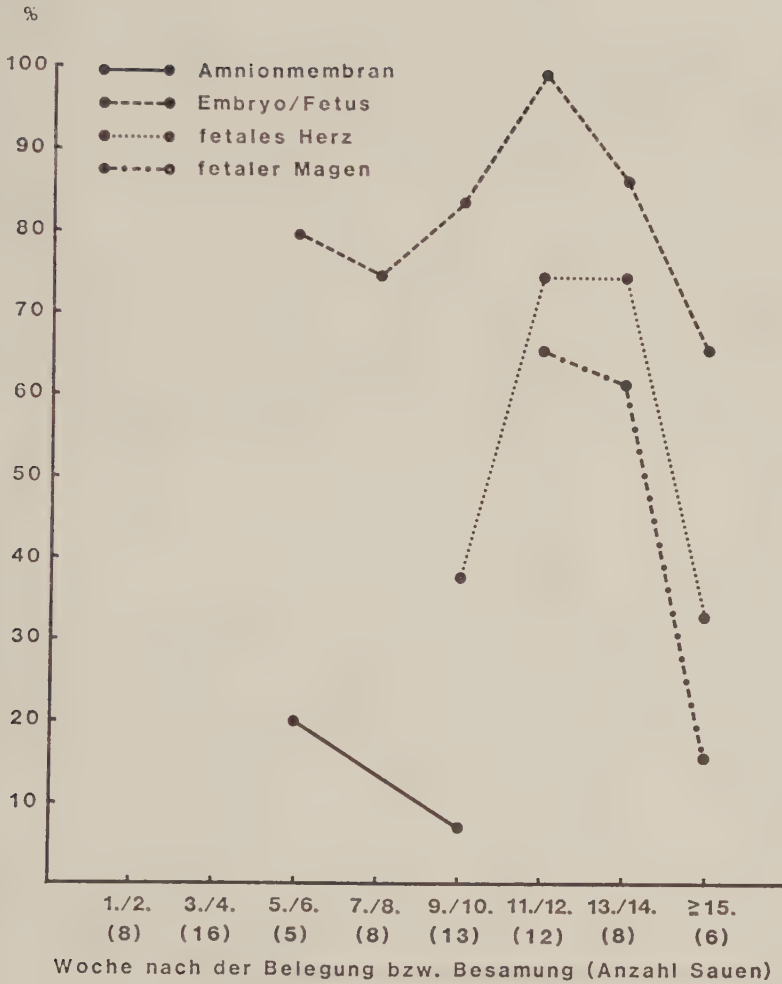


Abb. 16: Nachweishäufigkeit verschiedener Parameter -
Ermittelt bei den transkutanen Ultraschalluntersuchungen
(3,5 MHz) von 76 graviden Zuchtsauen in der Praxis.

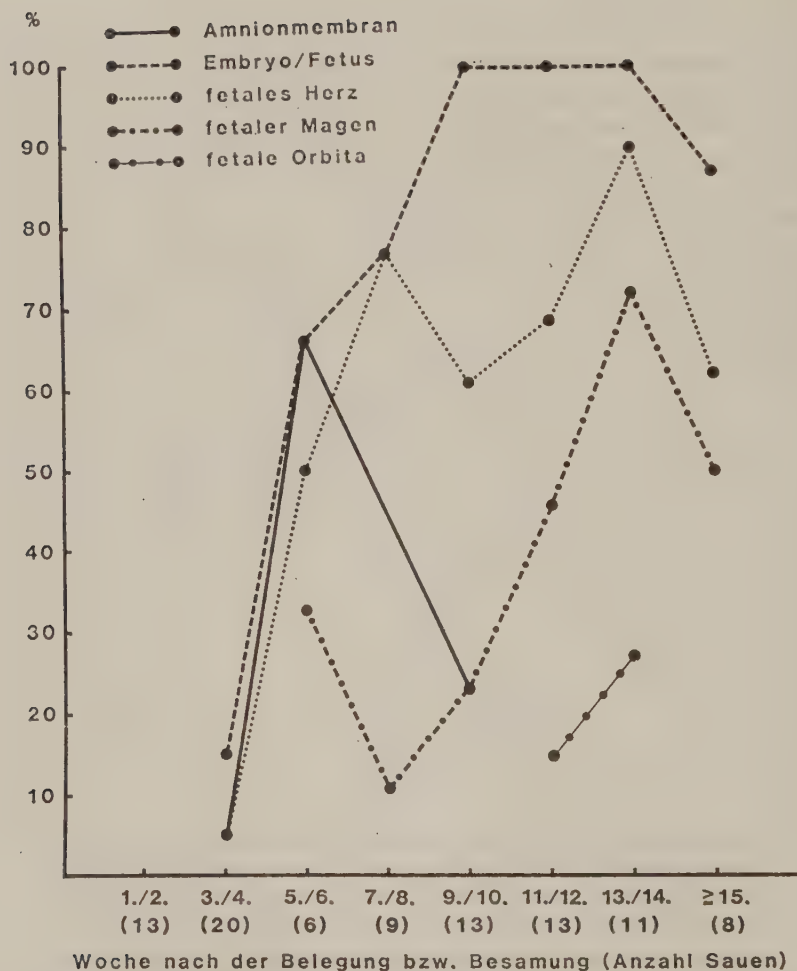


Abb. 17: Nachweishäufigkeit verschiedener Parameter -
Ermittelt bei den transkutanen Ultraschalluntersuchungen
(5 MHz) von 93 graviden Zuchtsauen in der Praxis.

4.2.3. Ergebnisse der Ultraschalluntersuchungen in der Praxis

Vorwegzuschicken ist, daß bei allen Tieren die Untersuchung und die Diagnosestellung zunächst ohne Kenntnis des Deck- oder Besamungsdatums erfolgten.

Insgesamt waren bei den transrektalen Beschallungen 23 Sauen, bei den transkutanen mit der 3,5 MHz Sonde 1 Sau und mit der 5 MHz Sonde 12 Sauen weder gedeckt noch besamt. Diese Tiere wurden bis auf 1 Sau bei den transrektalen Untersuchungen als nicht-gravid angesprochen (Tab. 6).

Tab. 6: Diagnosen bei Zuchtsauen, die weder gedeckt noch besamt waren.

Richtige Diagnosen	Applikation der Sonde (Frequenz) n = Anzahl der Sauen		
	transrektal (5 MHz) n = 23	transkutan (3,5 MHz) n = 1	transkutan (5 MHz) n = 12
Insgesamt	22	1	12

Mit jeder eingesetzten Ultraschall-Applikationsart bzw. Frequenz wurde eine unterschiedliche Anzahl von Sauen beschallt und danach entsprechend den gestellten Diagnosen eingeteilt (Tab. 7).

Desweiteren wurden die mit der jeweils angewandten Sondenapplikation bzw. Frequenz getroffenen Graviditätsdiagnosen aufgeschlüsselt nach der Gestationswoche, in der sie gestellt wurden (Tab. 8 bis 10). Die Anzahl der Sauen in den Tabellen 8 bis 10 ist gegenüber der in Tabelle 7 geringer, da die Tiere, die weder gedeckt noch besamt waren hier nicht miteinbezogen wurden.

Tab. 7: Übersicht über die bei den verschiedenen sonographischen Untersuchungen gestellten Diagnosen.

Graviditätsdiagnosen	Applikation der Sonde (Frequenz) n = Anzahl der Sauen		
	transrektal (5 MHz) n = 217	transkutan (3,5 MHz) n = 93	(5 MHz) n = 125
Positiv	175	67	91
Negativ	42	26	34
Davon falsch-positiv	9	4	9
Davon falsch-negativ	5	13	12

Tab. 8: Diagnosen bei transrektaler Ultraschalluntersuchung mit der 5 MHz Sonde - Die Zuchtsauen wurden nach ihren Graviditätsstadien eingeteilt.

Graviditätsdiagnosen	Graviditätswochen n = Anzahl der Sauen			
	1 - 4 n = 49	5 - 8 n = 43	9 - 12 n = 56	13 - 16 n = 46
Positiv	39	40	54	42
Negativ	11	3	2	4
Davon falsch-positiv	4	3	1	-
Davon falsch-negativ	4	1	-	-

Tab. 9: Diagnosen bei transkutaner Ultraschalluntersuchung mit der 3,5 MHz Sonde - Die Zuchtsauen wurden nach ihren Graviditätsstadien eingeteilt.

Graviditäts- diagnosen	Graviditätswochen n = Anzahl der Sauen			
	1 - 4 n = 36	5 - 8 n = 15	9 - 12 n = 26	13 - 16 n = 15
Positiv	15	13	25	14
Negativ	21	2	1	1
Davon falsch-positiv	4	-	-	-
Davon falsch-negativ	13	-	-	-

Tab. 10: Diagnosen bei transkutaner Ultraschalluntersuchung mit der 5 MHz Sonde - Die Zuchtsauen wurden nach ihren Graviditätsstadien eingeteilt.

Graviditäts- diagnosen	Graviditätswochen n = Anzahl der Sauen			
	1 - 4 n = 48	5 - 8 n = 15	9 - 12 n = 27	13 - 16 n = 23
Positiv	29	15	27	20
Negativ	19	-	-	3
Davon falsch-positiv	7	-	1	1
Davon falsch-negativ	12	-	-	-

Zum Abschluß dieses Kapitels wurden die Ergebnisse von Untersuchungen bis einschließlich der 3. Woche post insemin. und die der 4. Gestationswoche gesondert für sich zusammengefaßt (Tab. 11 und 12).

Tab. 11: Vergleich unterschiedlicher Ultraschallmethoden bei einmaliger Untersuchung bis zum 21. Tag post insemin.

Graviditätsdiagnosen	Applikation der Sonde (Frequenz) n = Anzahl der Sauen		
	transrektal (5 MHz) n = 22	transkutan (3,5 MHz) n = 29	transkutan (5 MHz) n = 35
Positiv	14	9	17
Negativ	8	20	18
Davon falsch-positiv	2	3	4
Davon falsch-negativ	4	13	11

Tab. 12: Vergleich unterschiedlicher Ultraschallmethoden bei einmaliger Untersuchung von Sauen, die sich in der 4. Gestationswoche befunden haben.

Graviditätsdiagnosen	Applikation der Sonde (Frequenz) n = Anzahl der Sauen		
	transrektal (5 MHz) n = 27	transkutan (3,5 MHz) n = 7	transkutan (5 MHz) n = 13
Positiv	24	6	12
Negativ	3	1	1
Davon falsch-positiv	2	1	3
Davon falsch-negativ	-	-	1

4.2.4. Aussagesicherheit mittels Ultraschall

Ermittelt wurden die Prozentanteile der korrekt-positiven und der korrekt-negativen Graviditätsvorhersagen für die eingesetzten Ultraschallverfahren.

Aufgrund von Schlachtung bzw. Verenden einiger Tiere vor deren Abferkeltermin konnten fünf der positiv und eine der negativ getroffenen Graviditätsaussagen bei den transrektalen sowie eine der negativ gestellten Diagnosen bei den transkutanen (5 MHz) Ultraschalluntersuchungen nicht in der Auswertung berücksichtigt werden. Demzufolge stimmt die Anzahl der beschallten Sauen in den Tabellen 13 bis 16 nicht mit denen der Tabellen 7 bis 12 überein.

Tab. 13: Prozentuale Angabe der korrekt-positiven und korrekt-negativen Diagnosen bei verschiedenen Ultraschall-Applikationsarten.

Graviditätsdiagnosen	Applikation der Sonde (Frequenz) n = Anzahl der Sauen		
	transrektal (5 MHz) n = 211	transkutan (3,5 MHz) n = 93	transkutan (5 MHz) n = 124
% korrekt-positiv	94,7	94,0	90,1
% korrekt-negativ	87,8	50,0	63,6

Tab. 14: Prozentuale Angabe der korrekt-positiven und korrekt-negativen Diagnosen bei verschiedenen Ultraschall-Applikationsarten - Die Prozentwerte beziehen sich nur auf Untersuchungen bis einschließlich 3. Woche post insemin.

Graviditätsdiagnosen	Applikation der Sonde (Frequenz) n = Anzahl der Sauen		
	transrektal (5 MHz) n = 20	transkutan (3,5 MHz) n = 29	transkutan (5 MHz) n = 34
% korrekt-positiv	84,6	66,6	76,4
% korrekt-negativ	42,8	35,0	35,2

Tab. 15: Prozentuale Angabe der korrekt-positiven und korrekt-negativen Diagnosen bei verschiedenen Ultraschall-Applikationsarten - Die Prozentwerte beziehen sich nur auf Sauen die sich in der 4. Gestationswoche befunden haben.

Graviditätsdiagnosen	Applikation der Sonde (Frequenz) n = Anzahl der Sauen		
	transrektal (5 MHz) n = 26	transkutan (3,5 MHz) n = 7	transkutan (5 MHz) n = 13
% korrekt-positiv	91,6	83,3	75,0
% korrekt-negativ	100	100	0

Tab. 16: Prozentuale Angabe der korrekt-positiven und korrekt-negativen Diagnosen bei verschiedenen Ultraschall-Applikationsarten. Die Prozentwerte wurden nach einzelnen Graviditätsstadien ermittelt.

Graviditäts- Woche		Applikation der Sonde (Frequenz)		
Diagnosen		transrektal (5 MHz)	transkutan (3,5 MHz)	transkutan (5 MHz)
1 - 4	% korrekt-positiv	89,5 (39) ¹	73,3 (15) ¹	75,9 (29) ¹
	% korrekt-negativ	60,0 (11) ²	38,1 (21) ²	33,3 (19) ²
5 - 8	% korrekt-positiv	92,3 (40) ¹	100 (13) ¹	100 (15) ¹
	% korrekt-negativ	66,6 (3) ²	100 (2) ²	100 (-) ²
9 - 12	% korrekt-positiv	98,1 (54) ¹	100 (25) ¹	96,2 (27) ¹
	% korrekt-negativ	100 (2) ²	100 (1) ²	100 (-) ²
13 - 16	% korrekt-positiv	100 (42) ¹	100 (14) ¹	95,0 (20) ¹
	% korrekt-negativ	100 (4) ²	100 (1) ²	100 (3) ²

(n)¹ = Anzahl der untersuchten Sauen, deren Graviditätsdiagnose "positiv" gestellt wurde.

(n)² = Anzahl der untersuchten Sauen, deren Graviditätsdiagnose "negativ" gestellt wurde.

4.2.5. Ultraschallbild-Dokumentation

Es werden Aufnahmen von Cervices, Ovarien und aus verschiedenen Graviditätsstadien gezeigt.

Mit welcher Ultraschallmethode die einzelnen Aufnahmen erstellt wurden ist den entsprechenden Legenden der Abbildungen zu entnehmen.

Am oberen und am linken oder rechten Bildrand befinden sich Zentimetergraduierungen.

Desweiteren werden folgende Abkürzungen verwendet:

KB	=	Künstliche Besamung
Fw	=	Fruchtwasser
Fe	=	Embryo/Fetus
A	=	Amnionmembran
H	=	fetales Herz
O	=	fetale Orbita
M	=	fetaler Magen
Ov	=	Ovar
Fo	=	Follikel
Cl	=	Corpus luteum
R	=	fetale Rippen
B	=	fetales Becken
SSL	=	Scheitel-Steiß-Länge



Abb. 18: Transrektal (5 MHz)
Cervix einer Sau am 5. Tag
nach dem Absetzen der Ferkel
Zervikalkanal leicht geöffnet



Abb. 19: Transrektal (5 MHz)
Cervix einer Sau am 105. Tag
der Gravidität
Zervikalkanal geschlossen



Abb. 20: Transrektal (5 MHz)
Schweineovar mit verschieden
großen Blasen am 6. Tag nach
dem Absetzen der Ferkel



Abb. 21: Transrektal (5 MHz)
Schweineovar mit 5 Corpora
lutea
Zyklusstadium: Diöstrus



Abb. 22: Transrektal (5 MHz)
Ovarialzysten



Abb. 23: Transrektal (5 MHz)
Ovarialzysten



Abb. 24: Transrektal (5 MHz)
14. Tag nach der KB
Fruchtwassereinlagerung im
Uterus

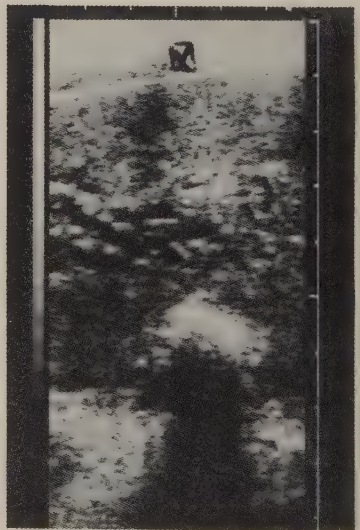


Abb. 25: Transkutan (5 MHz)
14. Tag nach der KB
Fruchtwassereinlagerung im
Uterus



Abb. 26: Transrektal (5 MHz)
21. Tag der Gravidität
Fetus-SSL 9 mm



Abb. 27: Transkutan (3,5 MHz)
22. Tag der Gravidität
Fruchtwassereinlagerung im
Uterus

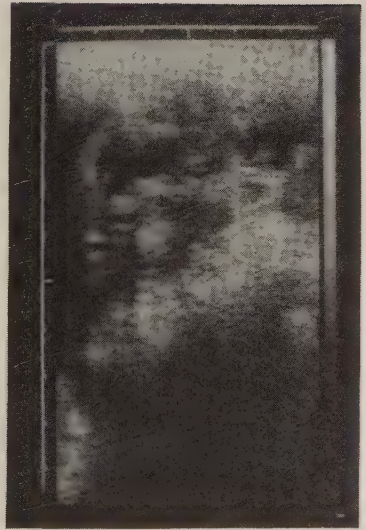


Abb. 28: Transkutan (5 MHz)
20. Tag der Gravidität
Fruchtwassereinlagerung im
Uterus, Fetus



Abb. 29: Transrektal (5 MHz)
29. Tag der Gravidität
Fetus-SSL 17 mm, Herz 5 mm x 4 mm,
Orbita 2 mm x 2 mm



Abb. 30: Transkutan (3,5 MHz)
29. Tag der Gravidität
Fruchtwassereinlagerung im
Uterus, Fetus



Abb. 31: Transkutan (5 MHz)
29. Tag der Gravidität
Fruchtwassereinlagerung im
Uterus, Fetus



Abb. 32: Transrektal (5 MHz)
38. Tag der Gravidität
Paramedianschnitt eines Feten
SSL 32 mm, Herz 10 mm x 9 mm



Abb. 33: Transrektal (5 MHz)
64. Tag der Gravidität
Kopf eines Fetus mit Orbita
und Halswirbelsäule



Abb. 34: Transkutan (3,5 MHz)
63. Tag der Gravidität
Horizontalschnitt eines Feten
Thorax, Abdomen und Becken



Abb. 35: Transkutan (5 MHz)
63. Tag der Gravidität
Horizontalschnitt eines fe-
talen Thorax und des Herzens



Abb. 36: Transrektal (5 MHz)
94. Tag der Gravidität
Horizontalschnitt eines fetalen
Thorax, Herzens und Magens

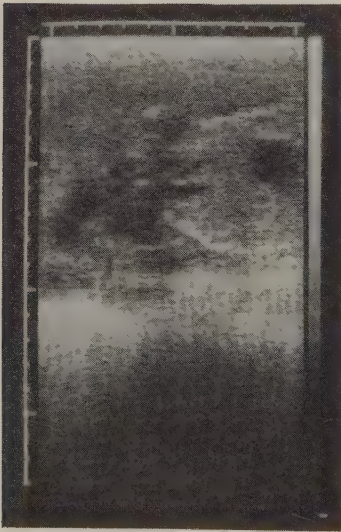


Abb. 37: Transkutan (3,5 MHz)
89. Tag der Gravidität
Horizontalschnitt eines fetalen
Thorax, Herzens und Magens

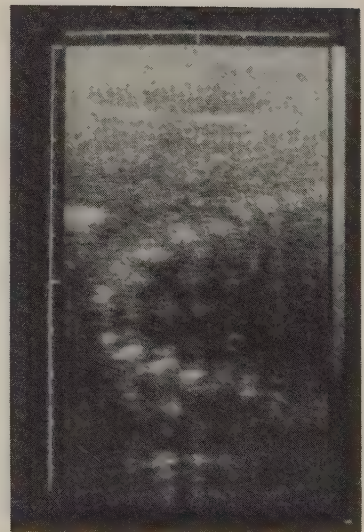
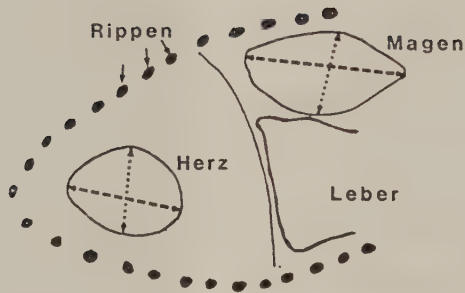


Abb. 38: Transkutan (5 MHz)
94. Tag der Gravidität
Horizontalschnitt eines fe-
talen Thorax und des Herzens

4.2.6. Biometrie mittels Ultraschall

Von allen fetalen Körperteilen, die mit der Ultraschalluntersuchung in der Praxis erfaßt werden konnten, schienen das Herz, der Magen und das Auge für eine Größenbestimmung am besten geeignet zu sein. Dabei wurde immer angestrebt den Transducer so zu platzieren, daß stets der größte Längs- und Querdurchmesser von Herz und Magen des Feten ermittelt werden konnte (Abb. 39). Vom fetalen Auge wurde der größte Durchmesser bestimmt (Abb. 40).

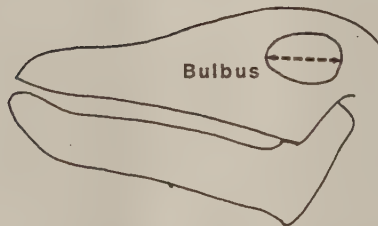
Die erhaltenen Meßwerte wurden jeweils in Relation zum Gestationsalter gesetzt. Die Korrelationen zu Herzlängsachse und -querachse waren gleich hoch ($r = 0,92$). Eine geringfügig niedrigere Beziehung bestand zum Längsdurchmesser des Magens ($r = 0,89$). Die niedrigsten Korrelationen ergaben sich für den Querdurchmesser des Magens ($r = 0,81$) und den Bulbusdurchmesser ($r = 0,74$).



----- größter Längsdurchmesser

..... größter Querdurchmesser

Abb. 39: Horizontalschnitt durch Thorax und Regio praeumbilicalis eines Feten (schematisch)



----- größter Bulbusdurchmesser

Abb. 40: Paramedianschnitt durch den Kopf eines Feten (schematisch)

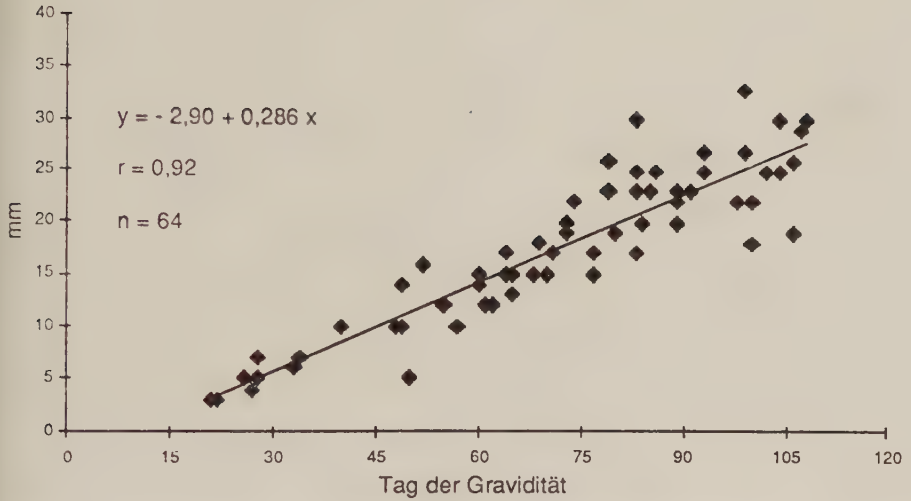


Abb. 41: Zunahme der Herzlängsachse bei Schweinefeten im Verlauf der Gravidität.

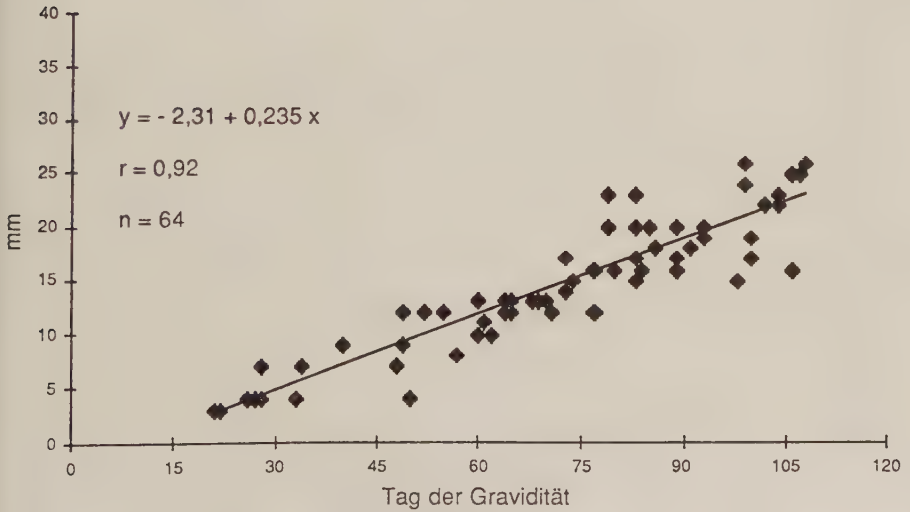


Abb. 42: Zunahme der Herzquerachse bei Schweinefeten im Verlauf der Gravidität

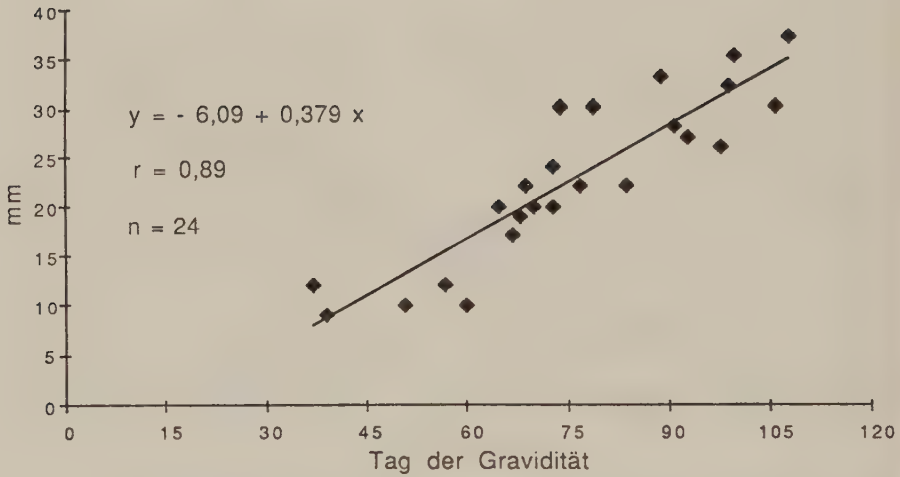


Abb. 43: Zunahme des größten Längsdurchmessers des Magens bei Schweinefeten im Verlauf der Gravidität.

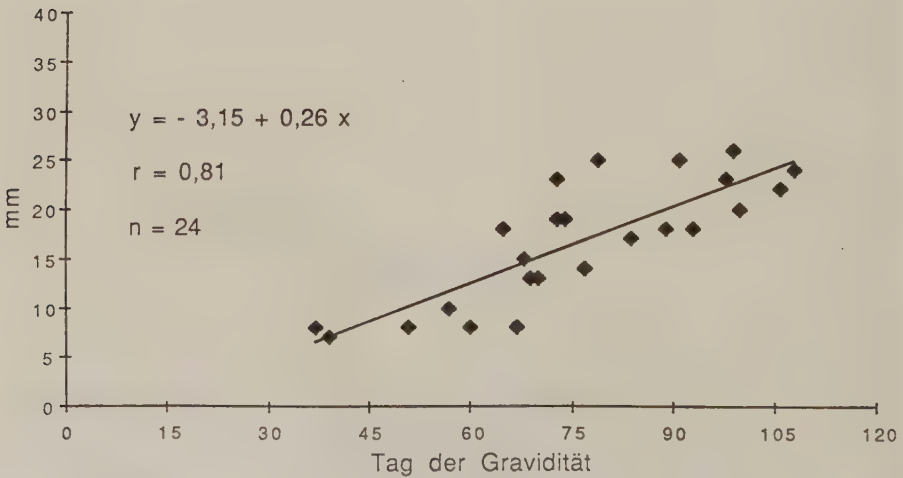


Abb. 44: Zunahme des größten Querdurchmessers des Magens bei Schweinefeten im Verlauf der Gravidität.

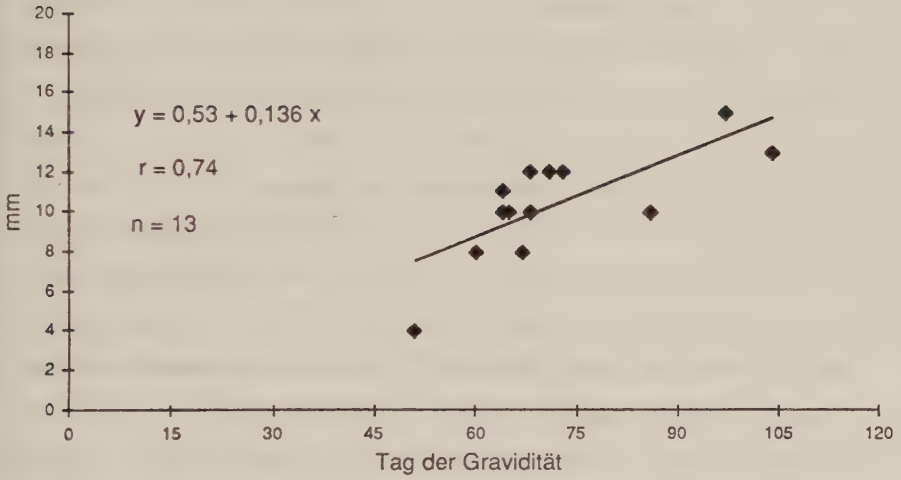


Abb. 45: Zunahme des größten Durchmessers des Auges bei Schweinefeten im Verlauf der Gravidität.

5. Diskussion

Vorliegende Arbeit soll die Ultraschalluntersuchung beim Schwein nicht nur als diagnostisches Instrumentarium aus der Palette von Möglichkeiten zur Graviditätsbestimmung vorstellen, sondern auch überprüfen, ob diese generell für die gynäkologische Diagnostik beim Schwein eingesetzt werden kann.

Die im ersten Arbeitsabschnitt vorgenommenen In vitro-Untersuchungen dienten, wie bereits erwähnt, den Darstellungsmöglichkeiten der Geschlechtsorgane der Sau im zweidimensionalen Ultraschallbild. Zugleich wurde damit auch eine Ovaruntersuchung und -auswertung verbunden. Die erzielten Resultate (Tab. 1 und 2) dürften hierbei besser ausgefallen sein als in vivo zu erwarten ist. Grund hierfür ist, daß man bei der In vitro-Untersuchung das Ovar allseitig mit der Ultraschallsonde "abtasten" und nacheinander, unabhängig von einer begrenzten Untersuchungszeit, einzelne "Schnitte" anlegen kann.

Im zweiten Abschnitt, den In vivo-Untersuchungen, wurde zum einen in der Praxis die günstigste Applikation der Sonde überprüft und zum anderen bei den transkutanen Beschallungen die Eignung unterschiedlicher Frequenzen, 3,5 MHz und 5 MHz, verglichen. Die transrektalen Beschallungen in der Praxis und bei den klinikeigenen Sauen erfolgten ausschließlich mit einer 5 MHz Sonde.

Die 3 klinikeigenen Sauen wurden nacheinander in ca. sechswöchigem Abstand besamt (Nummern der Sauen in Tabelle 4 entsprechen zugleich der Besamungsreihenfolge) und dann zwischen dem 10. Tag nach der Insemination und der Geburt transrektal im Abstand von 3 bis 4 Tagen beschallt. Damit wurde angestrebt, die charakteristischen Merkmale der Gravidität für die einzelnen Stadien zu ermitteln und gleichzeitig Erfahrungen für Feldstudien zu sammeln. Die in Tabelle 4 gezeigten Ergebnisse deuten darauf hin, daß die vorausgegangenen In vitro-Untersuchungen noch nicht ausreichten, um eine für die Graviditätsdiagnose ausreichende Erfahrung in technischer Hinsicht und zur Interpretation des Ultraschallbildes zu sammeln. Im wesentlichen mußte auch noch die Umstellung von einem unbeweglich im Wasserbad liegenden isolierten Organ zu den nun "lebenden", sich laufend verändernden Strukturen vollzogen werden. Das heißt, daß es einer gewissen Übung bedarf innere Genitalorgane, die anderen Abdominalorganen an- bzw. auflagern, von diesen zu differenzieren und deren Positionsänderungen, die sich aufgrund einer Bewegung des Tieres, einer Lautäußerung oder der Darmperistaltik einstellten, zu verfolgen. Dieser Effekt spiegelt sich in Tabelle 4 wieder, insbesondere wenn man die Einzeldaten zwischen der Sau Nr. 1 einerseits und andererseits den Sauen Nr. 2 und 3, bei denen schon auf die Erfahrungen des ersten Untersuchungsganges zurückgegriffen werden konnte, vergleicht.

Die frühesten Nachweise von Fruchtwasser bzw. fetalen Parametern (Tab. 3) bei den angewandten Ultraschallverfahren sind als Extremwerte zu verstehen, die insgesamt, bei allen Untersuchungen, nur ein- oder zweimal erreicht wurden. Es kann deshalb nicht davon ausgegangen werden, daß die einzelnen Parameter zu den in Tabelle 3 angegebenen Zeitpunkten immer zu erfassen sind. Festzuhalten ist jedoch, daß in einigen Fällen eine Gravidität anhand des Uterusbefundes nicht, wie in der Literatur angegeben, erst am 19. (INABA et al., 1983) bzw. 18. Tag (BOTERO et al., 1986), sondern schon am 12. bzw 14. Tag post inseminationem angesprochen werden konnte. Ebenso war es möglich, die fetale Herztätigkeit bei transkutaner Ultraschallapplikation (5 MHz) am 23. Tag und bei transrektaler (5 MHz) sogar schon am 21. Tag post inseminationem zu registrieren. In einer vergleichbaren transkutanen Studie von CARTEE et al. (1985) lag der früheste Zeitpunkt für diesen Nachweis am 25. Tag der Gestation.

Betrachtet man die Ergebnisse der transrektalen und der transkutanen Ultraschallanwendung (Tab. 3 und 5), so ist ersichtlich, daß die transrektale Sonographie allgemein bessere Resultate erbringt. Besonders die Ovardiagnostik ist effektiver unter transrektalear Applikation der Ultraschallsonde anzugehen. Die Gründe hierfür sind: Der Schallkopf liegt bei transrektalear Untersuchung näher am Ovar, der Kontakt zwischen Sonde und Schleimhaut ist besser als zwischen Sonde und äußerer Haut, da die Schleimhaut wesentlich dünner ist und sich

dem Transducer sozusagen anschmiegt. Zudem liegen im nichtgraviden Zustand die Ovarien nahe der Apertura cranialis pelvis. Deshalb muß bei der transkutanen Methode der Schallkopf sehr weit inguinal, zwischen Oberschenkel und Abdomen des Muttertieres, eingelegt werden. Dieser Vorgang wird von vielen Sauen als störend empfunden und mit Ausweichversuchen beantwortet, wodurch ein systematisches Beschallen, welches eine gewisse Zeitspanne erfordert, nicht durchführbar ist. All dies beeinflußt letztendlich die Bildqualität und die Interpretationsmöglichkeiten.

Eine ähnliche Situation ist auch in der Frühgravidität gegeben, weil dann der Uterus ebenfalls noch in der Nähe des Pecten ossis pubis gelagert ist.

Die Genauigkeit mit der eine korrekt positive Aussage zu treffen ist, betrug für alle drei eingesetzten Ultraschallverfahren mehr als 90 %. Ein beträchtlicher Unterschied ergab sich jedoch bei der Erfassung nichtträchtiger Sauen. Bei den transrektalen Beschallungen waren 87 %, bei den transkutanen mit 3,5 MHz 50 % und mit 5 MHz 63 % der Diagnosen richtig.

Die Aussagegenauigkeit der transkutanen Untersuchung mit einem 3,5 MHz Transducer für "korrekt positive" oder "korrekt negative" Graviditätsdiagnosen, stimmte mit den Ergebnissen von BOTERO et al. (1986) überein. Als "korrekt positiv" erreichten sie 98,7 % und als "korrekt negativ" 54,0 %. Der von BOTERO et al. (1986) angegebenen Prozentsatz von 93,2, insgesamt "rich-

tige" Diagnosen, konnte in vorliegender Arbeit nur bei der transrektalen Ultraschalluntersuchung (93 %), nicht aber bei der transkutanen Methode mit einer 3,5 MHz Sonde erreicht werden. In dieser Studie betrug die Genauigkeit beim transkutanen Untersuchungsgang mit einer 3,5 MHz Sonde 81 % bzw. 83 % mit der 5 MHz Sonde, während BOTERO et al (1986) für ihre Untersuchungen mit einer 3,5 MHz Sonde 93,2 % angaben. Die von INABA et al. (1983) erwähnte 100%ige Sicherheit, mit der korrekte Diagnosen ab dem 22. Tag der Gestation bei 145 unter standardisierten Bedingungen gehaltenen Sauen erstellt werden konnten, ist bei den hier vorliegenden Untersuchungen in der Praxis annähernd ab dem 29. Tag der Gravidität (Tab. 12) erzielt worden.

Ein Vergleich der verschiedenen Ultraschall-Applikationsarten (Tab. 14), zur Trächtigkeitsdiagnose bis zum 21. Tag post insemin., zeigt, daß in dieser Periode die besten Voraussetzungen bei der transrektalen Ultraschallanwendung mit einer 5 MHz Sonde gegeben sind. Das Resultat von 84 % für korrekt positive Graviditätsdiagnosen deckt sich fast mit der von CARTEE et al. (1985) veröffentlichten 83%igen Aussagegenauigkeit. Allerdings untersuchten Cartee et al. (1985) die Sauen transkutan mit einem 3,5 MHz Schallkopf.

Geht man daran die graviditätsdiagnostischen Aussagen gemäß der Gestationswoche der untersuchten Tiere aufzulisten (Tab. 8-10), so wird deutlich, daß sich die meisten Fehldiagnosen

innerhalb der ersten vier Wochen post inseminationem ereigneten. Eine Begründung für falsch positive Diagnosen während dieser Zeit dürfte bei dem, beim Schwein häufiger als bei anderen Haustieren auftretenden, embryonalen Fruchttod zu suchen sein (O'BERRY und FRANK, 1968; RIECK, 1983). Falsch negative Aussagen sind wahrscheinlich ursächlich auf das individuell unterschiedliche Volumen an Fruchtwasser zurückzuführen.

Zu den insgesamt 6 falsch positiven Graviditätsdiagnosen (Tab. 8 und 10) bei Sauen, die sich in der fünften Gestationswoche oder später befinden sollten, ist anzumerken, daß alle Sauen zunächst ohne Information über eine eventuelle Besamung oder Belegung beschallt wurden. Im Anschluß daran wurden die Aussagen bezüglich einer Gravidität gemacht. Bei jedem der 6 Tiere stützte sich die "positive" Diagnose allein auf eine Ansammlung von Flüssigkeit im Uterus, die mengenmäßig der eines Konzeptus in der zweiten bis dritten Woche entsprach. In keinem der Fälle wurden sonstige Anzeichen, wie z.B. fetale Fruchtteile, die üblicherweise zur Untermauerung der Aussagen herangezogen wurden, irrtümlich in den Befunden vermerkt. Eine analoge "falsch-positive Diagnose wurde bei einem Zuchtschwein bei der transrektalen Ultraschalluntersuchung gestellt. Diese Sau war weder gedeckt noch besamt worden.

Pathologische Zustände am inneren Genitale wurden im Rahmen dieser Untersuchungen nur einmal registriert. Die Ovarien einer Sau konnten mit Hilfe der transrektalen Sonographie (5 MHz) als großzystisch entartet erkannt werden (Abb. 22 und 23). Bestätigt wurde diese Diagnose nachträglich durch den Schlachtbefund. Offen bleibt, ob es sich bei den vorhin erwähnten Zuchtsauen, die nur wegen Flüssigkeitseinlagerungen im Uterus als gravid angesprochen worden waren, nicht auch um pathologische Befunde, z.B. um Endometritiden, gehandelt hat. Unter praxisüblichen Bedingungen, das heißt, daß vor jeder Untersuchung ein Vorbericht erhoben wird, kann aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse folgendes postuliert werden: Sauen, deren Belegung oder Besamung bei einer Ultraschalluntersuchung fünf Wochen oder mehr zurückliegt, müssen eine der Trächtigkeitsdauer entsprechende Menge an Fruchtwasser erkennen lassen. Es sollte auch möglich sein Fruchtteile nachzuweisen. Erst beim Vorliegen beider Befunde, Fruchtwasser und Fruchtteile, kann von einer dem Vorbericht gemäßen Gravidität gesprochen werden.

Besonders dienlich für eine Angabe der ungefähren Gestationsdauer ist einerseits das Erfassen fetaler Parameter (Tab. 3) und andererseits deren Größenbestimmung, insbesondere des fetalen Herzens und Magens (Abb. 41-44) sowie der Scheitel-Steiß-Länge des Fetus. Ob eine erfolgreiche Ermittlung dieser Merkmale gelingt, ist sowohl von der Applikationsart des Ultraschalls als auch von der Frequenz des Schallkopfs abhän-

gig. Insbesondere für die transrektale Sonographie, bei der die Exkursionsmöglichkeit des Transducers erheblich eingeschränkt ist, ist es nicht immer möglich die Körperlängsachse des Fetus im Ultraschallbild darzustellen (Abb. 32). Dieses Problem tritt auch bei der transkutanen Untersuchungstechnik auf, obwohl hier der Schallkopf freier bewegt werden kann.

In den wenigen Fällen, in denen die Scheitel-Steiß-Länge von Feten gemessen werden konnte, stimmen die erhaltenen Werte annähernd mit denen von ULLREY et al. (1965), MARRABLE und ASHDOWN (1967) sowie EVANS und SACK (1973) veröffentlichten Daten überein. Im Gegensatz dazu war es weitaus unproblematischer das fetale Herz, den fetalen Magen und das fetale Auge aufzufinden und anhand der Meßdaten dieser Parameter eine Relation zwischen der jeweiligen Größe und dem Gestationstag herzustellen (Abb. 41-45).

Die extremen Schwankungen einiger Werte dürften dabei weniger ein Ergebnis individueller Wachstumsunterschiede sein, sondern resultieren eher in einer Meßungenauigkeit. Diese liegt darin begründet, daß die mittels Transducer angelegte Ultraschall-Schnittebene nicht immer, wie etwa bei einer anatomischen Organpräparation, das in Wirklichkeit vorhandene größte Längen- bzw. Breitenmaß eines Organs wiedergeben kann.

Abschließend soll auch noch auf eventuelle Nebenwirkungen bei der Sonographie bzw. auf Schäden infolge einer Ultraschalluntersuchung eingegangen werden. Es zeigte sich, daß das transrektale Einbringen der Sonde, einschließlich der vorangehenden Manipulation während der Rektumentleerung, keine Anhaltspunkte für irgendwelche traumatischen Beeinträchtigungen der Schweine lieferte. Vorausgesetzt wird dabei ein fachgerechtes Vorgehen. Die Zeitdauer von 60 bis 90 Sekunden, die der Beschallungsvorgang bei jeder transrektalen Untersuchung beanspruchte, wurde von jedem der Tiere gut toleriert. Die Graviditäten und Geburten der 3 klinikeigenen Sauen, die durchschnittlich zweimal pro Woche während der Gestation transrektal untersucht wurden, verlief komplikationslos. Weder in diesen Fällen noch bei den in der Praxis durchgeführten transrektalen und transkutanen Untersuchungen wurden irgendwelche Schädwirkungen an den Muttertieren und ihren Früchten festgestellt.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit lassen den Schluß zu, daß ab dem 29. Tag der Gestation das Real-Time Verfahren, sowohl bei transrektaler (5 MHz) als auch transkutaner Applikation (3,5 MHz oder 5 MHz), gut zur Trächtigkeitsdiagnose bei Zuchtschweinen geeignet ist. Liegt die Besamung oder Belegung des Tieres weniger als 29 Tage zurück, so ist dem transrektalen Verfahren (Tab. 14 und 15) mit dem 5 MHz Schallkopf der Vorzug zu geben. Unter Praxisbedingungen ist eine Graviditätsuntersuchung mittels Ultraschall erst ab Tag 21 empfehlens-

wert, da zu diesem Zeitpunkt frühestens ein Embryo nachgewiesen werden kann (Tab. 3). Vorher ist nur ein indirekter Trächtigkeitsnachweis anhand von Fruchtwasseransammlung im Uterus möglich. Bei Fehlen dieser Parameter vor dem 21. Tag darf eine Trächtigkeit keinesfalls ausgeschlossen werden.

Für die Diagnostik am Ovar eignete sich die hier eingesetzte Technik der Sonographie nur in begrenztem Maß, weil die Ovarien mit der Ultraschallsonde nicht immer erreichbar waren.

6. Zusammenfassung

Zuchtsauen, die sich in verschiedenen Graviditätsstadien befunden haben, wurden mit Hilfe des B-Mode Ultraschallverfahrens auf Trächtigkeit untersucht. Dabei wurde die Brauchbarkeit der transrektalen (5 MHz) und der transkutanen (3,5 MHz und 5 MHz) Sonographie überprüft. Die Genauigkeit der 3 Verfahren für eine korrekt-positive Graviditätsdiagnose lag anhand der später ermittelten Abferkeldaten jeweils bei über 90 %. Die größten Abweichungen ergaben sich bei Untersuchungen bis zum Ende der vierten Gestationswoche und bei der Erfassung nichtträchtiger Sauen. In diesen Fällen führte das transrektale Sonographieverfahren mit 87 % korrekten Diagnosen zum besten Ergebnis.

Die frühesten Anzeichen einer Gravidität waren Fruchtwasseransammlungen im Uterus. Sie konnten, wenn auch nur in Ausnahmefällen, ab Tag 12 der Gestation beobachtet werden. Die fetale Herztätigkeit war frühestens ab dem 20. Tag post inseminationem darstellbar.

Für die Diagnose am Ovar erwies sich die B-Mode Technik auch bei transrektaler Anwendung nur als begrenzt geeignet, weil die Ovarien nur bei ca. 30 % aller Untersuchungen mit der Ultraschallsonde erreichbar waren.

7. Summary

"Transrectal and transcutaneous sonography in the gynecological diagnostic in sows"

The B-mode ultrasound technique was used in sows to detect various pregnancy stages. With a 5 MHz and a 3.5 and 5 MHz transducer, respectively, the practical use of transrectal and transcutaneous sonography was tested. The precision of the three techniques applied for predicting an existing pregnancy was over 90 %. This rate was determined by the number of young pigs being delivered. The largest number of errors were produced during the examinations of non-pregnant sows and those in early stages up to the fourth week. In this case the transrectal sonography was the best technique with 87 % right diagnoses.

The appearance of amniotic fluid in the uterus was held to be the first sign of a pregnancy, which in some cases could be determined already at the 12th day of gestation. The fetal heart action was first identified at day 20 after insemination.

The transrectal B-mode technique did not qualify for diagnosing different ovary states. In only 30 % of the cases it was possible to scan ovaries at all.

8. Literatur

- ALMOND G.W. und G.D. DIAL (1986)
Pregnancy diagnosis in swine: a comparison of the accuracies of mechanical and endocrine tests with return to oestrus
J. Am. vet. med. Ass. 189, 1567-1571
- ATKINSON S., J.R. BUDDLE, P. WILLIAMSON, C.D. HAWKINS and R.H. WILSON (1986)
A comparison between plasma oestrone sulphate concentration and doppler ultrasound as methods for pregnancy diagnosis in sows
Theriogenology 26, 483-490
- BALKE J.M.E. and R.G. ELMORE (1982)
Pregnancy diagnosis in swine: a comparison of the technique of rectal palpation and ultrasound
Theriogenology 17, 231-236
- BOTERO O., F. MARTINAT-BOTTE and F. BARITEAU (1986)
Use of ultrasound scanning in swine for detection of pregnancy and some pathological conditions
Theriogenology 26, 267-278
- BROWN B.S. (1984)
How safe is diagnostic ultrasonography?
Can. med. Assoc. J. 131, 307-311
- BUSCH W. (1963)
Beitrag zur histologischen Diagnose der Trächtigkeit beim Schwein durch Vaginalbiopsie
Monatshefte für Veterinärmedizin 18, 813-817
- CAMERON R.D.A. (1977)
Pregnancy diagnosis in the sow by rectal examination
Aust. vet. J. 53, 432-435
- CARTEE R.E, T.A. POWE and R.L. AYER (1985)
Ultrasonographic detection of pregnancy in sows
Mod. vetr. Pract. 66, 23-26
- COMMICHAU C. (1971)
Graviditätsdiagnostik beim Schwein mit Hilfe eines Ultraschall-Detektors
Tierärztl. Umsch. 26, 586-591
- DIEHL J.R. and B.N. DAY (1973)
Utilization of frozen sections with the vaginal biopsy technique for early pregnancy diagnosis in swine
J. Anim. Sci. 37, 114-117

DONE J.T. and T.W. HEARD (1968)

Early pregnancy diagnosis in the sow by vaginal biopsy
Vet. Rec. 82, 64-68

DYCK G.W. (1982)

Pregnancy Diagnosis

In: Control of Pig Reproduction, Eds. COLE D.J.A. and G.R. FOXCROFT, Butterworth Scientific London

EVANS H.E. and W.O. SACK (1973)

Prenatal development of domestic and laboratory mammals:
Growth curves, external features and selected references
Anat., Histol., Embryol. 2, 11-45

FEENEY D.A., G.R. JOHNSTON and P.A. WALTER (1986)

Diagnostic ultrasonography: principles, applications and
availability

In: Current Veterinary Therapy IX, Ed. KIRK R.W., W.B. Saunders
Company Philadelphia

FRASER A.F. and J.G. ROBERTSON (1967)

The detection of foetal life in ewes and sows
Vet. Rec. 80, 528-529

FRASER A.F. and J.G. ROBERTSON (1968)

Pregnancy diagnosis and detection of foetal life in sheep and
pigs by an ultrasonic method
Br. vet. J. 124, 239-244

FRASER A.F., V. NAGARATNAM and R.B. CALLICOT (1971)

The comprehensive use of doppler ultrasound in farm animal re-
production

Vet. Rec. 88, 202-205

GRUNSELL C.S. and A. ROBERTSON (1953)

A laboratory diagnosis of pregnancy in pigs
Vet. Rec. 65, 366-367

HANSEN L.H. und I.J. CHRISTIANSEN (1976)

Frühe Trächtigkeitsdiagnose beim Schwein mit einem neuentwickel-
ten Ultraschall-A-Skan Gerät
Zuchthygiene 11, 19-21

HUCHZERMEYER F. und H. PLONAIT (1960)

Trächtigkeitsdiagnose und Rektaluntersuchung beim Schwein
Tierärztl. Umsch. 15, 399-401

INABA T., Y. NAKAZIMA, N. MATSUI and T. IMORI (1983)

Early pregnancy diagnosis in sows by ultrasonic linear electro-
nic scanning
Theriogenology 20, 97-101

- ISAKOV D. (1974)
Application de la technique ultrasonique (Doppler) pour un diagnostic précoce de gravidité des truies
Schweizer Arch. Tierheilk. 116, 245-248
- JACKSON G.H. (1986)
Pregnancy diagnosis in the sow using real-time ultrasonic scanning
Vet. Rec. 119, 90-91
- JÖCHLE W. and E. SCHILLING (1965)
Improvement of conception rate and diagnosis of pregnancy in sows by an androgen-oestrogen-depot preparation
J. Reprod. Fert. 10, 439-440
- KÄHN W. und W. LEIDL (1984)
Die Ultraschalldiagnostik (Echographie) in der gynäkologischen Untersuchung der Stute
Tierärztl. Praxis 12, 203-210
- KEEL-DIFFEY S.T. (1963)
Pregnancy diagnosis in swine
Vet. Rec. 75, 464
- KOSSOFF G. (1983)
Physikalische Grundlagen und gerätetechnische Möglichkeiten des diagnostischen Ultraschalls
In: Ultraschalldiagnostik in Geburtshilfe und Gynäkologie, Hrsg. HANSMANN M., B.-J. HACKELÖER und A. STAUDACH, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo
- KUHLMANN W. (1963)
Beitrag zur Trächtigkeitsdiagnose beim Schwein
Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 76, 143-145
- KUHLMANN W. und D. SCHROEDER (1964)
Technik und Ergebnisse der bioptischen Trächtigkeitsuntersuchung beim Schwein
Tierärztl. Umsch. 19, 112-117
- KÜST D. (1931)
Die Trächtigkeitsfeststellung bei unseren Haustieren durch den Nachweis des Sexualhormons im Harn
Dt. tierärztl. Wschr. 39, 738-742
- KÜST/SCHAETZ (1983)
Trächtigkeitsfeststellung
In: Fortpflanzungsstörungen bei den Haustieren
6., neu bearbeitete und erweiterte, Auflage
Hrsg. F. Schaetz und W. Leidl
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1983

- LINDAHL J.L., J.P. TOTSCH, P.A. MARTIN and P.J. DZIUK (1975)
Early diagnosis of pregnancy in sows by ultrasonic amplitude
depth analysis
J. Anim. Sci. 40, 220-222
- MARRABLE A.W. and R.R. ASHDOWN (1967)
Quantitative observations on pig embryos of known ages
J. Agric. Sci. 69, 443-447
- MC CAUGHEY W.J. (1979)
Pregnancy diagnosis in sows: A comparison of the vaginal biopsy
and doppler ultrasound techniques
Vet. Rec. 104, 255-258
- MC KENZIE F.F. (1924)
Correlations of external signs and vaginal changes with the
ovarian cycle in swine
Anat. Rec. 27, 185-186
- MEYER J.N., F. ELSAESSER und F. ELLENDORFF (1975)
Trächtigkeits- und Fertilitätstest beim Schwein mit Hilfe der
Plasma-Progesteron Bestimmung
Dt. tierärztl. Wschr. 82, 473-475
- MORTON D.B. and J.E.F. RANKIN (1969)
The histology of the vaginal epithelium of the sow in oestrus and
its use in pregnancy diagnosis
Vet. Rec. 84, 658-662
- O'BERRY P.A. and A.H. FRANK (1968)
Bacterial and mycotic infections
In: Reproduction in farm animals, 2. Auflage, Ed. HAFEZ E.S.E.,
Lea & Febiger, Philadelphia
- PARK R.D., T.G. NYLAND, J.C. LATTIMER, C.W. MILLER and
J.L. LEBEL (1981)
B-mode gray-scale ultrasound: imaging artefacts and
interpretation principles
Vet. Radiol. 22, 204-210
- POWIS R.L. (1986)
Ultrasound science for the veterinarian
Vet. Clin. North Am. Large Anim. Pract. 2, 3-27
- RANTANEN N.W. and R.L. EWING III (1981)
Principles of ultrasound application in animals
Vet. Radiol. 22, 196-203

RIECK G.W. (1983)

Gestörte Fruchtbarkeit beim weiblichen Schwein
In: Fortpflanzungsstörungen bei den Haustieren, 6. Auflage, Hrsg.
SCHAETZ F. und W. LEIDL
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

ROBERTSON H.A. and G.J. KING (1974)

Plasma concentrations of progesterone, oestrone, oestradiol 17 β
and of oestrone sulphate in the pig at implantation, during
pregnancy and at parturition
J. Reprod. Fert. 40, 133-141

ROBERTSON H.A. and J.R. SARDA (1971)

A very early pregnancy test for mammals: its application to the
cow, ewe and sow
J. Endocr. 49, 407-419

ROTT H.D. (1983)

Sicherheitsaspekte der Ultraschall Diagnostik
In: Ultraschall Diagnostik in Geburtshilfe und Gynäkologie, Hrsg.
HANSMANN M., B.-J. HACKELÖER und A. STAUDACH, Springer-Verlag
Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo

SABA N. and J.P. HATTERSLEY (1981)

Direct estimation of oestrone sulphate in sow serum for a
rapid pregnancy diagnosis test
J. Reprod. Fert. 62, 87-92

SIGNORET J.P. (1970)

Reproductive behaviour of pigs
J. Reprod. Fert. Suppl. 11, 105-117

SCHULZE W. (1980)

Klinische Untersuchung
In: Klinik der Schweinekrankheiten, Hrsg. SCHULZE W., K. BICK-
HARDT, W. BOLLWAHN, G. v. MICKWITZ und H. PLONAIT, Verlag M&H
Schaper Hannover

SOMMER F.G., R.A. FILLY and M.J. MINTON (1979)

Acoustic shadowing due to refractive and reflective effects
AJR 132, 973-977

TAVERNE M.A.M., L. Oving, M. VAN LIESHOUT and

A.H. WILLEMSE (1985)

Pregnancy diagnosis in pigs: a field study comparing linear array
real time ultrasound scanning and amplitude depth analysis
Vet. Quart. 7, 271-276

ULLREY D.E., J.I. SPRAGUE, D.E. BECKER and E.R. MILLER (1965)
Growth of swine fetus
J Anim. Sci. 24, 711-717

VELLE W. (1960)
Early pregnancy diagnosis in the sow
Vet. Rec. 72, 116-118

WALKER D. (1972)
Pregnancy diagnosis in pigs
Vet. Rec. 90, 139-144

WEISS G. (1975)
Möglichkeiten und Grenzen der Graviditätsdiagnose bei Haustieren
mit Hilfe der Ultraschall-Doppler-Technik
Schweizer Arch. Tierheilk. 117, 123-134

WESSELS G. und P. WEBER (1983)
Physikalische Grundlagen
In: Ultraschalldiagnostik: Lehrbuch und Atlas 1, Hrsg. BRAUN B.,
R. GÜNTHER und W.B. SCHWERK, Ecomed Verlagsgesellschaft mbH
Landsberg/Lech

WILSON K.M. (1926)
Histological changes in the vaginal mucosa of the sow in relation
to the oestrus cycle
Am. J. Anat. 37, 417-430

WILDT D.E., C.B. MORCOM and W.R. DUKELOW (1975)
Laparoscopic pregnancy diagnosis and uterine fluid recovery
in swine
J. Reprod. Fert. 44, 301-304

WINTZER H.J. (1964)
Zum Trächtigkeitsnachweis beim Schwein und Schaf mit Hilfe
der Röntgenuntersuchung
Dt. tierärztl. Wschr. 71, 153-156

Sehr zu Dank verbunden bin ich Herrn Prof. Dr. W. Leidl für die Überlassung des Themas und die großzügige Unterstützung meiner Arbeit.

Sehr herzlich danke ich Herrn Dr. W. Kähn für die Betreuung und die jederzeit gewährte Hilfe bei der Bearbeitung meines Themas.

Ich danke allen Angehörigen des Instituts, die mir mit Rat und Tat bei der Durchführung meiner Arbeit zu Seite standen.

Ferner gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. Meyer, LVG Oberschleißheim, Herrn Dr. Muggenthaler, Staatliche Versuchsgüterverwaltung Grub, Herrn Dr. Heinritzi, II. Med. Tierklinik München und Herrn Heuschmann, Haag, für Ihre freundliche und bereitwillige Unterstützung bei der Ausführung des praktischen Teils meiner Arbeit.

Lebenslauf

01.07.1962 geboren als zweites Kind der Eheleute Karl und
Evelyne, geb. Reichenberger, Fraunholz in Ober-
ströbl/Waidhaus

1968 - 1972 Besuch der Volksschule in Waidhaus

1972 - 1981 Besuch des Augustinus-Gymnasiums in Weiden/Opf.

1981 - 1986 Studium der Tiermedizin an der Ludwig-Maximilians
Universität in München

Nov. 1986 Tierärztliches Staatsexamen

01.01.1987 Tierärztliche Approbation

Jan. 1987 Beginn mit der vorliegenden Arbeit an der Gynäko-
logischen und Ambulatorischen Tierklinik München,
Lehrstuhl Prof. Dr. W. Leidl

01.04.1988 Grundausbildung beim Sanitätslehrbataillon 8./851
-30.06.1988 in München

01.07.1988 Ableistung des Grundwehrdienstes am Zentralen
Institut des Sanitätsdienstes der Bundeswehr,
Veterinäruntersuchungsstelle, München

